الجمهورية العربية السورية
جـــــامعة دمشـــــق
كليـة الهندسـة الزراعيـة
قســـم وقايـــة النبـــات

مقارنة كفاءة التبخير الحيوي والأصول المقاومة في إدارة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. على محصول الفليفلة *Capsicum annuum* في البيوت المحمية

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية "وقاية النبات"

إعداد

م. ايهاب أسامه عباس

المشرف المشارك
أ.د. جودة فضول
أستاذ في قسم وقاية النبات
كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق

المشرف
أ.د. خالد العسس
أستاذ في قسم وقاية النبات
كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق

2022 م - 1443هـ

تصريح

أُصرّح بأنّ هذا البحث "**مقارنة كفاءة التبخير الحيوي والأصول المقاومة في إدارة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. على محصول الفليفلة *Capsicum annuum* في البيوت المحمية**".

لم يسبق أن قُبل للحصول على شهادة، ولا هو مُقدّم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المُرشَّح

ايهاب عباس

DECLERATION

I hereby declared that, this work" **Comparison the efficiency of bio-fumigation and rootstock in the management of *Meloidogyne* spp. On *Capsicum annuum* in greenhouses**" has not been used previously or submitted now for any other degree.

Candidate

Ehab Abbas

شهادة

نشهد بأنّ هذا العمل الموصوف في هذه الرسالة:

"**مقارنة كفاءة التبخير الحيوي والأصول المقاومة في إدارة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. على محصول الفليفلة *Capsicum annuum* في البيوت المحمية**" هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح السيد **ايهاب عباس** بإشراف الدكتور **خالد العسس** (أستاذ، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة بجامعة دمشق، دمشق، سورية) والدكتور **جودة فضول** (أستاذ، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة بجامعة دمشق، دمشق، سورية) وأنّ أي مرجع ورد في هذه الرسالة موثّق في النص.

المُرشَح	**المشرف**	**المشرف المشارك**
ايهاب عباس	أ.د. خالد العسس	أ.د. جودة فضول

CERTIFICATON

It is hereby certified that, the work described in this thesis" **Comparison the efficiency of bio-fumigation and rootstock in the management of *Meloidogyne* spp. On *Capsicum annuum* in greenhouses.**" is the results of **Mr. Ehab Abbas** own investigations under the supervision of **Prof. Dr. Khaled Alassas** (Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria) and **Prof. Dr. Jawdat faddoul** (Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria), and any reference of other researchers work has been duly acknowledged in the text.

Candidate	Supervisor	Co-Supervisors
Ehab Abbas	**Prof. Dr. Khaled Alassas**	**Prof. Dr. Jawdat faddoul**

المحتويات
TABLE OF CONTENTS

الملخص..... VIII
المقدمة..... 1
أهمية البحث..... 4
مشكلة البحث..... 5
تساؤلات البحث..... 5
مبررات البحث 6
أهداف البحث..... 6
الفصل الأول الدراسة المرجعية..... 7
1-1 الفليفلة في سورية..... 7
1-1-1 أهمية زراعة الفليفلة في الساحل السوري..... 7
1-1-2 التقسيم النباتي للفليفلة..... 7
1-1-3 الوصف النباتي..... 8
1-1-4 القيمة الغذائية للفليفلة..... 8
1-1-5 مواعيد الزراعة..... 9
1-1-6 أهم الأصناف المزروعة محلياً..... 9
1-1-7 أهم الأمراض والحشرات التي تصيب الفليفلة..... 9
1-2 النيماتودا..... 10
1-2-1 نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*..... 10
1-2-2 الوضع التصنيفي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp..... 11
1-2-3 الوصف المورفولوجي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp..... 11
1-2-4 المدى العائلي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. 12
1-2-5 دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور:..... 12
1-2-6 أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور: 13
1-3 التطعيم على أصل مقاوم 14
1-4 التبخير الحيوي للتربة..... 15
1-4-1 التبخير الحيوي باستخدام روث حيوانات المزرعة..... 16
1-5 إدارة نيماتودا تعقد الجذور..... 16
الفصل الثاني..... 19
2 مواد البحث وطرائقه..... 19

2-1المواد والأجهزة المستخدمة..... 19
2-2 طرائق العمل..... 20
2-2-1 المسح الحقلي..... 20
2-2-2 التجربة الحقلية..... 22
2-3 المؤشرات المدروسة..... 24
2-4 الجدوى الإقتصادية..... 25
2-5 التحليل الإحصائي..... 25
الفصل الثالث..... 26
3 النتائج والمناقشة..... 26
3-1 المسح الحقلي..... 26
3-1-1 أنواع النيماتودا السائدة في المنطقة..... 26
3-1-2 تأثير المنطقة الجغرافية والظروف المحيطة في حجم مجتمعات النيماتودا *M.incognita*..... 27
3-2 التجربة الحقلية..... 31
3-2-1 تحديد أنواع النيماتودا مكان التجربة..... 31
3-2-2 تعداد النيماتودا في التربة..... 31
3-2-3 مؤشر تعقد الجذور 32
3-2-4 دراسة تأثير المعاملات المختلفة في متوسط انتاجية النبات..... 34
3-3 السلسلة الزمنية لقطفات الإنتاج في المعاملات المدروسة..... 35
3-4 الجدوى الاقتصادية..... 36
الاستنتاجات..... 37
التوصيات 38
المراجع..... 39
المراجع العربية 39
المراجع الأجنبية 41
الملخص باللغة الانكليزية 46

فهرس الجداول
LIST OF TABLES

الجدول	العنـــــــــــوان	الصفحة
1	المساحة المزروعة بالفليفلة وكمية الإنتاج وغلته وتطورها على مستوى القطر بين عامي 2009 – 2018.....	7
2	أهم المسببات المرضية التي تسبب أضرار اقتصادية على محصول الفليفلة.....	9
3	بعض خصائص التربة المدروسة والمعدلة بناءً على معامل الوزن.....	22
4	تأثير اختلاف المنطقة الجغرافية في الكثافة العددية للنيماتودا في المناطق المدروسة.....	27
5	تأثير الارتفاع عن سطح البحر في متوسط أعداد الطور اليرقي الثاني في مناطق الدراسة.....	29
6	تأثير قوام التربة في متوسط أعداد الطور اليرقي الثاني في مناطق الدراسة.....	30
7	متوسط الكثافة العددية بنهاية الموسم للطور اليرقي الثاني لنيماتودا تعقد الجذور بين المعاملات كافة في 100 سم3 تربة لكل عينة، والنسبة المئوية للإصابة، ومعامل التعقد، ومتوسط إنتاجية النبات الواحد من محصول الفليفلة.....	34
8	النسبة المئوية للربح للمعاملات المدروسة.....	36

فهرس الأشكال
LIST OF FIGURES

الشكل	العنـــــــــــوان	الصفحة
1	دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp.....	13
2	العينات الترابية واستخلاص النيماتودا باستخدام طريقة قمع بيرمان.....	20
3	مراحل عمل مقطع في النهاية الخلفية لأنثى .*Meloidogyne* spp.....	21
4	البيت البلاستيكي التي تمت فيه التجربة.....	23
5	شدة الإصابة لكل درجة من درجات السلم.....	24
6	النمط العجاني في المقطع الخلفي لأنثى *M. incognita*.....	26
7	أكياس البيض على جذر نبات الفليفلة.....	31
8	الطور اليرقي الثاني لنيماتودا .*Meloidogyne* spp.....	32
9	يوضح التسلسل الزمني لمتوسط قراءات الإنتاج بالكيلو غرام لكافة المعاملات وفق عدد الأيام منذ بداية التجربة.....	35

الملخص

نفذ البحث خلال عامي 2019-2020 في منطقة الصفصافة بمحافظة طرطوس، أجري مسح حقلي في أشهر (نيسان – أيار – حزيران) 2019 لدراسة انتشار نيماتودا تعقد الجذور على الفليفلة. أظهرت النتائج أن نوع نيماتودا تعقد الجذور السائد على الفليفلة في منطقة الدراسة هو *M. incognita*، وكان هناك تباين في حجم مجتمعات الطور اليرقي الثاني بين مناطق الدراسة، أظهرت النتائج ارتفاع متوسط الكثافة العددية للطور اليرقي الثاني بالمناطق القريبة من سطح البحر (الحميدية–بني نعيم–المنطار–الخرابة) على ارتفاع 0–10م، 37.42 فرد/100سم^3 تربة، وانخفاض بازدياد الارتفاع إذ كان متوسط أعداد الطور اليرقي الثاني 2 فرد/100سم^3 في منطقة الصفصافة على ارتفاع 216م. وأظهر قوام التربة تأثيراً في ارتفاع الكثافة العددية لأفراد الطور الثاني إذ كان 21.82 فرد/100سم^3 في البصيصة ذات الأراضي الخفيفة مقارنة بمنطقة كفرفو 6.05 فرد/100سم^3 ذات الأراضي الثقيلة. أما بالنسبة إلى التجربة الحقلية فقد أظهرت النتائج زيادة في متوسط إنتاجية النبات مقارنة بالشاهد إذ تفوقت معاملة التطعيم على أصل مقاوم (4.75 كغ/نبات) يليها معاملة المبيد Oxamyl (4.58كغ/نبات) بفروق معنوية على باقي المعاملات، كما سُجل أيضاً انخفاضٌ في متوسط الكثافة العددية للنيماتودا في جميع المعاملات مقارنة بالشاهد وسجلت معاملة التبخير الحيوي (1.1 طور يرقي ثاني/100سم^{3}تربة) يليها معاملة التطعيم على أصل مقاوم (3.89 طور يرقي ثاني /100سم^3 تربة)، وسجل أقل متوسط معامل تعقد الجذور في النبات المطعم (1,83) والتبخير الحيوي (2,03) عن باقي المعاملات.

الكلمات المفتاحية: انتشار– تعقد الجذور– فليفلة – نيماتودا– **أصل مقاوم– تبخير حيوي–** ***Meloidogyne incognita*– Oxamyl– Velum prime**

Introduction المقدمة

ينتمي نبات الفليفلة (*capsicum annuum* L.) إلى الفصيلة الباذنجانية *Solanaceae* موطنه الأصلي الأمريكيتان. يزرع حالياً في جميع أنحاء العالم، والسبب وراء الإقبال العالمي على زراعتها هو الطعم المميز والنكهة الجيدة والألوان المختلفة مع الوصفات الغذائية علاوة على ذلك فإن وجود فيتامين C والزنك يجعلها أفضل لنظام المناعة القوي والصحي، والسعرات الحرارية فيها منخفضة (Bhattarai *et al*, 2020; Sharma *et al*, 2019). يضم جنس Capsicum حوالي 38 نوعاً برياً و5 أنواع مزروعة هي:

C. chinense, ,C. pubescens, C. frutescens C. annuum, C. baccatum (Castilla, 2019)

تعد نيماتودا تعقد الجذور (جنس *Meloidogyne* spp.) من العوامل الرئيسية التي تؤثر سلبًا في محصول الفليفلة وأكثر الأنواع أهمية *M. incognita* و *M. arenaria* و *M. javanica* من الناحية الاقتصادية عالمياً (Cruz, 2013). وتوجد بشكل رئيسي في المناخات الدافئة، ولاسيما في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية (Pinheiro, 2020)، وتسبب ما يصل إلى 5٪ خسائر المحاصيل على مستوى العالم. تشمل أعراض الإصابة نقص النمو والذبول وتغير لون الأوراق، بذلك تتشابه مع أعراض نقص العناصر (Mota *et al*, 2013)، كما يمكن للإصابة النيماتودية أيضا أن تكون السبب في العدوى بمسببات الأمراض الأخرى، مثل *Fusarium oxysporum* و*Rhizoctonia solani* و *Thielaviopsi basicola* (Soares *et al*, 2018).

كان انتشار نيماتودا تعقد الجذور المشكلة الأكثر أهمية على النباتات المزروعة في سورية ولا سيما في الدفيئات البلاستيكية في الساحل السوري، وقد أجريت بحوث متعددة لتحديد الأنواع السائدة من النيماتودا التابعة لجنس*Meloidogyne* على بعض المحاصيل الزراعية، فسُجلت ثلاثة أنواع *M. javanica M. arenaria* و*M. incognita* (Kofoid & White,1919. Chitwood, 1949) هي الأكثر انتشاراً، ووجدت في كل دول حوض المتوسط تقريباً ولاسيما على البندورة المحمية (العسس والعبد القادر، 2014).

استخدمت عدة طرائق لإدارة هذه الآفة منها الطرائق الكيميائية إذ أظهرت المبيدات الكيميائية كفاءة عالية في تخفيض أعدادها، لكن كلفتها عالية وأضرارها بالنظام البيئي وصحة الإنسان ومدة بقائها طويلة وسميتها للكائنات غير المستهدفة من خلال ترشيح العناصر الغذائية في التربة التي تفضل نمو البكتيريا والفطريات. يعد بروميد الميثايل (methyl promide) من أهم المدخنات الشائعة الاستخدام، لكن منع استخدامه إذ اتضح أن له تأثيرات بيئية ضارة ولاسيما التأثير على طبقة الأوزون وتلويث المياه الجوفية وإلحاق الضرر بعمال المصانع المنتجة له (Sowley *et al*, 2014). وبسبب هذه الآثار فقد اتفقت الأطراف المشاركة في اتفاق مونتريال 1997 على القضاء مرحلياً على هذا المدخن في الدول الصناعية مع حلول عام 2005 وتحديد عام 2015 كموعد لتتوقف الدول النامية عن استخدام بروميد الميثيل(جمال والعسس، 2005). لذلك اتجه حديثاً إلى طرائق بديلة لإدارة هذه الأفة ومنها استعمال المستخلصات النباتية في إدارة النيماتودا الممرضة للنبات، وقد أدى القلق حول عواقب استخدام المبيدات في زيادة الاهتمام بإدارة الآفات بطرائق بديلة (مطر،2016).

اجريت العديد من الدراسات حول العالم في محاولة للسيطرة على نيماتودا تعقد الجذور في الفليفلة فاستُخدِم مسحوق أوراق المورينجا (Moringa oleifera Lam.) في غانا عام 2012 بتراكيز مختلفة (40–60–80 غ/ل)، أدت الى خفض نسبة الإصابة بشكل ملحوظ فضلاً عن القدرة على تحسين خواص النبات (الطول– عدد الاوراق – عدد الثمار – وزن الثمرة) وكان أقل مؤشر للإصابة عند تركيز 80غ/ل (Sowley *et al*, 2014) كما أثبتت فاعلية مستخلص الثوم في تقليل مستوى الإصابة بديدان تعقد الجذور، وذلك بتأثيره في القابلية التكاثرية للديدان بسبب وجود المركبات الكبريتية التي تعمل على طرد النيماتودا (Gong *et al*, 2013).

اما بالنسبة إلى تربية اصناف الفليفلة لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور فقد طورت عدة برامج تربية حول العالم إذ أجريت تجارب في فلوريدا وحصل على صنف Carolina wonder إذ لم تتمكن أفراد الطور الثاني من نيماتودا *M. incognita* من اختراق الجذر وهذا يوفر إمكانية تعزيز التخصيص لإنتاج الفليفلة واستخدامها كأصل لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور (Mary *et al*, 2020).

يهدف التطعيم إلى جمع الطعم ذات المواصفات الثمرية المرغوبة مع الأصل ذي المواصفات المطلوبة والمناسبة لخواص التربة (ذات مجموع جذري قوي ومقاوم لآفات التربة). إلا أن تطعيم الخضار من الطرائق السائدة في دول شرق آسيا فقط التي انتقلت تدريجياً إلى الكثير من بلدان العالم، لذا يعد تطعيم الخضار من الأساليب الزراعية الحديثة المستخدمة ضد الأمراض المنقولة بالتربة والنيماتودا، أجريت دراسة تأثير استخدام التطعيم في الفليفلة باستخدام أصول مختلفة في كوريا استخدم فيها الصنف TANTAN لشركة NONGWOO BIO الكورية، إذ كانت نسبة الإنبات فيه 99%، ونسبة التوافق بين الطعم والاصل 91%، أظهر هذا الأصل تفوقاً في عدة مؤشرات على باقي الأصناف بعد 36 يوماً من الزراعة مثل طول الساق وعدد الأوراق وقطر الجذع ووزن الجذر الجاف، كما أن الإنتاجية للنباتات المطعمة على هذا الصنف كانت أعلى من باقي الأصناف 2.044 كغ/نبات، كما أظهر مؤشر مقاومة امراض التربة تفوق الصنف TANTAN على الأصول المستخدمة والشاهد غير المطعم منذ بداية الموسم واستقرت مستويات المقاومة حتى النهاية (Jang *et al*, 2012).

يعرّف التبخير الحيوي بأنه عملية تحدث عندما تنطلق بعض المركبات المتطايرة التي تحمل صفات المبيدات أثناء تحلل بعض المواد النباتية أو المنتجات الحيوانية، إذ بينت دراسة (Ntalli *et al*, 2020) أن إضافة المواد العضوية كبقايا المحاصيل النباتية والأسمدة العضوية إلى التربة يزيد من خصوبة التربة ويشجع نمو النباتات وتنوع الكائنات الحية الدقيقة في التربة وتكاثر الأعداء الطبيعية للنيماتودا. وأظهرت دراسة (Brennan, *et al*, 2020) أثر التبخير الحيوي في تخفيض أعداد النيماتودا في التربة نتيجة للأبخرة التي تطلقها المواد المضافة إلى التربة.

تضمن الفصل الأول الدراسات المرجعية المرتبطة بموضوع الدراسة، وأهمية زراعة الفليفلة في الساحل السوري في البيوت البلاستيكية، وأهم الأصناف المزروعة محليا والآفات التي تصيب نبات الفليفلة، فضلاً عن بيان أهمية نيماتودا تعقد الجذور والوصف المورفولوجي ودورة حياتها، وأعراض الإصابة على الفليفلة وطرائق مكافحتها.

وفي الفصل الثاني شرح لأهم المواد والطرائق المستخدمة في هذه الدراسة إذ استخدمت الطرائق التقليدية لأخذ العينات واستخلاص النيماتودا والتصنيف على مستوى النوع عن طريق تشريح الأنثى لمعرفة النمط العجاني، وتحديد النوع حسب المرجع التشخيصي، وبالنسبة الى التجربة الحقلية فقد تمت التجربة لموسم طويل وأخذت قراءات المؤشرات المدروسة وحللت احصائيا باستخدام برنامج SPSS.

جاء الفصل الثالث ليستعرض أهم نتائج البحث التي توصل إليها، من حيث توزع النيماتودا وانتشارها في مناطق الدراسة، واختلاف الكثافة العددية للنيماتودا باختلاف العوامل المحيطة، وأثر كل معاملة في التجربة الحقلية في الإنتاج، وتخفيض أعداد يرقات الطور الثاني لنيماتودا تعقد الجذور، وعدد العقد في الجذور، وجرى مناقشة النتائج مع أهم الدراسات المرجعية وأحدثها التي لها علاقة بذلك.

أهمية البحث Research Relevance

تشكل الآفات التي تتطفل على محصول الفليفلة في سورية عنصراً مهماً مؤثراً في النمو والإنتاج، إذ سجلت العديد من الآفات الحشرية والأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية والنيماتودا التي تسبب خسائر اقتصادية لمحصول الفليفلة. استخدمت المبيدات الكيميائية على مدى طويل لإدارة النيماتودا ولكن لهذه المبيدات تأثيرات سلبية في البيئة والإنسان عوضاً عن تكاليفها المرتفعة إضافة الى أن استخدام كميات أكبر من هذه المبيدات لم تعد تؤثر. لذلك فإن البحث عن طرائق بديلة لتخفيف أعداد النيماتودا في التربة، ومن ثم تخفيف أضرارها دون استخدام مبيدات يعد أمرا ضرورياً، وكذلك تحديد نسبة انتشارها والأماكن التي تكون فيها بأعداد كبيرة، لإيجاد الحل المناسب لتخفيف أضرارها. جاءت أهمية هذا البحث من أهمية دراسة انتشار نيماتودا تعقد الجذور في منطقة الصفصافة بمحافظة طرطوس والنوع الذي يصيب الفليفلة، ويسبب خسائر اقتصادية فيها. ومقارنة كل من طريقة التبخير الحيوي وطريقة التطعيم على أصل مقاوم بوصفها بدائل لاستخدام المبيدات الكيميائية للحصول على أعلى إنتاجية بأقل ضرر ممكن.

Research Problem مشكلة البحث

تُعدّ تكاليف استخدام المعالجة الكيميائية مرتفعة جداً على المزارعين في الوقت الحاضر، وتستهلك قدراً كبيراً من تكاليف الإنتاج (Mota, 2020; David, 2019). فضلاً عن الآثار السلبية الكبيرة الناجمة عن استخدام المبيدات الكيميائية في البيئة وصحة الإنسان، لذلك توجه العالم حالياً إلى الزراعة العضوية أو النظيفة للمحاصيل Organic Agriculture وهي الزراعة التي تستخدم فيها مواد أولية منتجة من الطبيعة في جميع مراحلها. تشمل جميع النظم الزراعية التي تزيد خصوبة التربة، وتشجع إنتاج المحاصيل الزراعية بوسائل سليمة بيئياً واجتماعياً واقتصادياً، ولهذا السبب فإن استخدام نباتات تتسم بصفة المقاومة للنيماتودا أو اتباع طريقة التبخير الحيوي قد يكون بديلاً للتقليل من مخاطر استخدام المبيدات.

Research Questions تساؤلات البحث

1. هل نيماتودا تعقد الجذور التي تصيب الفليفلة في محافظة طرطوس من النوع نفسه؟
2. هل يوجد تأثير لدرجات الحرارة ونوع التربة في انتشار نيماتودا تعقد الجذور على الفليفلة في البيوت البلاستيكية؟
3. هل ينجح التبخير الحيوي في تخفيض أعداد نيماتودا تعقد الجذور بالطور المعدي بالتربة؟ وهل لذلك تأثير على الانتاج؟
4. ماهي الفروق بالإنتاج بين المعاملات المدروسة؟ وهل هي ذات فروق معنوية؟
5. هل سيكون لهذه الفروق جدوى اقتصادية؟

مبررات البحث Justifications Research

1. الأهمية الاقتصادية لمحصول الفليفلة في سورية عموماً وفي محافظة طرطوس خصوصاً .
2. قابلية معظم أصناف الفليفلة للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور من جنس Meloidogyne .
3. الأهمية الاقتصادية لنيماتودا تعقد الجذور .Meloidogyne spp، من حيث نسبة الانتشار الكبيرة والخسارة الاقتصادية والتي بلغت نسبتها 100% في كثير من البيوت البلاستيكية في محافظة طرطوس .
4. قلة الأبحاث والدراسات ذات الصلة يجعل من هذه البحث حاجة ضرورية لتوفير المعلومات الأساسية لوضع استراتيجية لإدارة النيماتودا على نبات الفليفلة في الزراعة المحمية، والحد من الخسائر الاقتصادية التي تسببها .

أهداف البحث Objectives Research

1. توصيف نيماتودا تعقد الجذور من جنس Meloidogyne وتحديد أنواعها، ونسبة انتشارها على نباتات الفليفلة المزروعة في البيوت المحمية في محافظة طرطوس.
2. اختبار تقنية التطعيم على أصل مقاوم كوسيلة للحد من الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور وتحسين نمو النبات والإنتاجية.
3. اختبار فعالية التبخير الحيوي في إدارة النيماتودا على الفليفلة وخفض الكثافة العددية.
4. اختبار كفاءة المبيدين Velum Prime وهو مبيد جديد ذو فعالية عالية، و Oxamyl في إدارة نيماتودا تعقد الجذور من جنس Meloidogyne على نباتات الفليفلة .

الفصل الأول

1. Literature Review 1. الدراسة المرجعية

1-1 الفليفلة في سورية:

1-1-1 أهمية زراعة الفليفلة في الساحل السوري:

أخذت هذه الزراعة تنتشر انتشاراً سريعاً ولاسيما في الشريط الساحلي إذ بلغ عدد البيوت المحمية في محافظة طرطوس نحو 14214 بيتاً مزروعة بالفليفلة في مساحة (5699614) م^2، وبلغت إنتاجية الفليفلة في البيوت المحمية في محافظة طرطوس نحو 224 ألف طن (مديرية زراعة طرطوس، 2018).

جدول 1: المساحة المزروعة بالفليفلة وكمية الإنتاج وغلته وتطورها على مستوى القطر بين عامي 2018 : 2010- (المجموعة الإحصائية السورية، 2019)

البيان	مساحة/ هكتار	انتاج/ طن	غلة/ كغ/هـ
2010	4383	76141	17327
2011	3590	58903	16409
2012	2807	38114	13578
2013	2635	43975	13275
2014	3960	49862	12591
2015	3563	49222	13816
2016	4170	51460	12339
2017	4597	52223	11360
2018	4575	54102	11826

2-1-1 التقسيم النباتي للفليفلة:

Domain: Eukaryota
Phylum: Spermatophyta
Class: Dicotyledonae
Family: Solanaceae
Genus: capsicum
Species : *capsicum annuum* L. (Erwin, 2017)

1-1-3 الوصف النباتي:

تعد الفليفلة نباتاً عشبياً حولياً ينمو في المناطق المعتدلة، الجذر وتدي إلا أنه يتلف أثناء عملية التشتيل وتخرج جذور جانبية من الجزء العلوي لقاعدة الساق وتتعمق في التربة مسافة متر تقريباً. الساق قائمة متفرعة تتخشب بتقدمها في العمر، تختلف في طولها وفق الأصناف، ويتراوح طولها بين 30 و120 سم، الأوراق بسيطة جلدية، تختلف في الحجم وفق الأصناف، فالأصناف الحريفة ذات الثمار الصغيرة تكون أوراقها صغيرة وسميكة، أما الأصناف ذات الثمار الكبيرة الحلوة فأوراقها كبيرة وعريضة ورقيقة نسبياً. الأزهار مفردة أو في أزواج تُحمل في آباط الأوراق. التأبير ذاتي غالباً، ولكن تحدث نسبة كبيرة من التلقيح الخلطي، يظهر على الثمرة من الخارج انخفاضات تبين مواضع الحواجز، والحواجز تكون غير كاملة، وتلتحم في الجزء السفلي من المشيمة، تصبح الثمرة بعد النضج حمراء أو صفراء. تكتسب الثمرة الحمراء هذا اللون نتيجة وجود صبغات الكزانثوفيل و الليكوبيرسين و الكاروتين معاً. أما الثمرة الصفراء فتكتسب هذا اللون نتيجة وجود صبغة الكاروتين. وتوجد المادة الحريفة في المشيمة وتكون البذور خالية منها، لكن تُعزى حرافة البذور لالتصاقها بالمشيمة، أما جدار الثمرة فقد يحتوي على المادة الحريفة، أو قد يكون خالياً منها Tripodi and Kumar (2019,) تتراوح درجة الحرارة المثلى ما بين 23 ºم –27 ºم نهاراً و 18 ºم –20 ºم ليلاً ولا تقل درجة حرارة التربة عن 18ºم. ولا تقل النسبة المئوية للرطوبة عن 65 % في جميع مراحل النمو سواء الخضري أو الثمري. وتعد النسبة المئوية للرطوبة مع درجة الحرارة هي العامل المؤثر في إنتاج الفليفلة ولذلك لابد من توافر الرطوبة في الجو المحيط، وتسبب قلتها في الجو المحيط تساقط الأزهار والعقد الصغير، وهذا يؤثر سلبياً في كمية المحصول، وكذلك حجم الثمار (Tuquero, 2016).

1-1-4 القيمة الغذائية للفليفلة:

تحتوي ثمار محصول الفليفلة على نسبة مرتفعة من المادة الجافة مقارنة بغيرها من المحاصيل، اذ تتراوح ما بين 5.5 و7.5% في مرحلة النضج الاستهلاكي، وقد تصل إلى 12% عند نضج الثمار واحمرارها (Żurawik *et al*, 2020).

5-1-1 مواعيد الزراعة:

العروة الصيفية المبكرة: تزرع الشتلة في الأرض المستديمة في أوائل شهر آذار.

العروة الصيفية: تزرع الشتلة في الأرض المستديمة في شهري نيسان وأيار.

العروة الخريفية: تزرع الشتلة في الأرض المستديمة في شهري آب وأيلول.

ويجب أن يزرع المشتل قبل النقل للبيت المحمي بحوالي 30–40 يوماً وفق موعد الزراعة.

6-1-1 أهم الأصناف المزروعة محلياً:

سيرانيفادا(Nevada)، دالاس(Dalas)، إيراد(Irad)، حارق(Spice)، جرايدوس(Jraidous)، ريشو(Risho)، فيجارو(Figaro).

7-1-1 أهم الأمراض والحشرات التي تصيب الفليفلة:

يصاب نبات الفليفلة بالعديد من مسببات الأمراض الفطرية والفيروسية والفسيولوجية والحشرية والنيماتودا وأهمها:

الجدول2: أهم المسببات المرضية التي تسبب أضراراً اقتصادية على محصول الفليفلة:

نوع المسبب	الاسم العربي	الاسم العلمي
الأمراض الفطرية	العفن الطري أو سقوط البادرات	*Rhizoctonia Solani – Phythphthora spp*
	ذبول الفيوزاريوم	*Fusarium Oxysporum Vasinfectum f.sp.*
	البياض الدقيقي	*Leviellula taurica*
	تبقع الأوراق السركسبوري	*Cercospora capsici*
	مرض الأنتراكنوز	*Colletotrichum piperatum*
	العفن الرمادي	*Botrytis cinerea*
	مرض العفن السكليروتينى	*Sclerotinia sclerotiorum*
الأمراض الفيروسية	فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*
	فيروس موزاييك الفصة	*Alfalfa mosaic virus*
	فيروس واي البطاطا	*Potato Y virus*
	فيروس موزاييك التبغ	*Tobacco mosaic virus*

	فيروس الذبول المتبقع في البندورة	*Tomato spotted wilt virus*
الأمراض الفسيولوجية	عفن الطرف الزهري	Blossom End Rot
	لفحه الشمس	Sun Scald
الإصابات الحشرية	من القطن	*Aphis gosspii.*
	الذبابة البيضاء	*Bemisia tabaci*
	الدودة البيضاء الكبيرة	*Polyphylla fullo*
	دودة ورق القطن	*Spodoptera littoralis*
	نطاط أوراق	*Empoasca lybica*
	الحالوش	*Gryllotalba gryllotalba*
	الأكاروس الأحمر ذو البقعتين	*Tetranychus urticae*
النيماتودا	النيماتودا الخنجرية	*Xiphinema* spp.
	النيماتودا الحلقية	*Criconema* app.
	نيماتودا تعقد الجذور	*Meloidogyne* spp.
	نيماتودا التقزم	*Tylenchorhynuchus* spp.
	النيماتودا الغمدية	*Hemicyclophora* spp.

2-1 النيماتودا:

1-2-1 نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919. Chitwood, 1949):

اكتشفت نيماتودا تعقد الجذور بوصفها أول نيماتودا تصيب محاصيل الخضر عام 1855 بواسطة Berkeley، وذلك على جذور نباتات الخيار المزروعة في البيوت الزجاجية (أبو غربية وآخرون، 2010). تأتي نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية *M. incognita* في المرتبة الثانية من حيث الانتشار (بنسبة 30%) في الوطن العربي مقارنة بالجاوية *M. javanica*، وهي تسبب أضراراً جسيمة على مدى واسع من المحاصيل الزراعية المهمة كالبندورة والباذنجان والبقوليات والتبغ والشوندر السكري وقصب السكر والبطاطا وبعض أشجار الفاكهة ولقد شخص هذا النوع على المحاصيل الزراعية في معظم الأقطار العربية (اسطيفان وأبو غربية، 2010).

2-2-1 الوضع التصنيفي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.:

تتبع نيماتودا تعقد الجذور التصنيف التالي:

Kingdom: Metazoa
Phylum: Nematoda Potts, 1932
Class: Chromadorea Inglis, 1983,
Order: Rhabditida Chitwood, 1933,
Family: Meloidogynidae Skarbilovich, 1959,
Genus: Meloidogyne spp.Göldi, 1892 (Agrios, 2005)

ويضم هذا الجنس أكثر من 98 نوع (Jones *et al*, 2013)

أنواع نيماتودا تعقد الجذور المسجلة في سورية:

أجريت بحوث متعددة لتحديد الأنواع السائدة من النيماتودا التابعة لجنس *Meloidogyne* على بعض المحاصيل الزراعية فتم تسجيل ثلاثة أنواع هي (Neal) *M. arenaria* و (Kofoid & White) *M. incognita* و (Treub) *M. javanica* على محصولي القطن والبندورة كما تم تسجيل نوع نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية *M. incognita* في المحيط الجذري لكل من أشجار الدراق والفستق الحلبي ونباتات الفصيلة القرعية والباذنجان (العسس والعبد القادر، 2014).

3-2-1 الوصف المورفولوجي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.:

يمكننا ان نميز بسهولة بين إناث نيماتودا تعقد الجذور وذكورها البالغة من حيث الشكل، إذ تأخذ الإناث المستقرة شكلا كمثرياً، بينما تحتفظ الذكور بشكلها الدودي بطول 1.2 إلى 1.5 مم، وبقطر 30إلى 36 ميكروميتر والرمح أضخم مما هو عليه في الإناث، لاتملك الذكور كيس سفاد ويستدق الطرف الأمامي للأنثى قليلا ليشكل منطقة عنق ضيقة واضحة وتعطي شكلاً كمثرياً بطول 0.4 إلى 1.3 مم وبعرض 0.27 إلى 0.75 مم. عقد الرمح واضحة عند الأنثى ويتميز المري فيها بضخامة البصيلة الوسطى وبكبر غدده القاعدية. ويحيط بمؤخرة جسمها تحززات عرضية في الكيوتيكل تسمى النمط العجاني (Perineal pattern) ذات شكل مميز يستخدم في التمييز بين الأنواع المختلفة لهذه النيماتودا (Cunha *et al*, 2018).

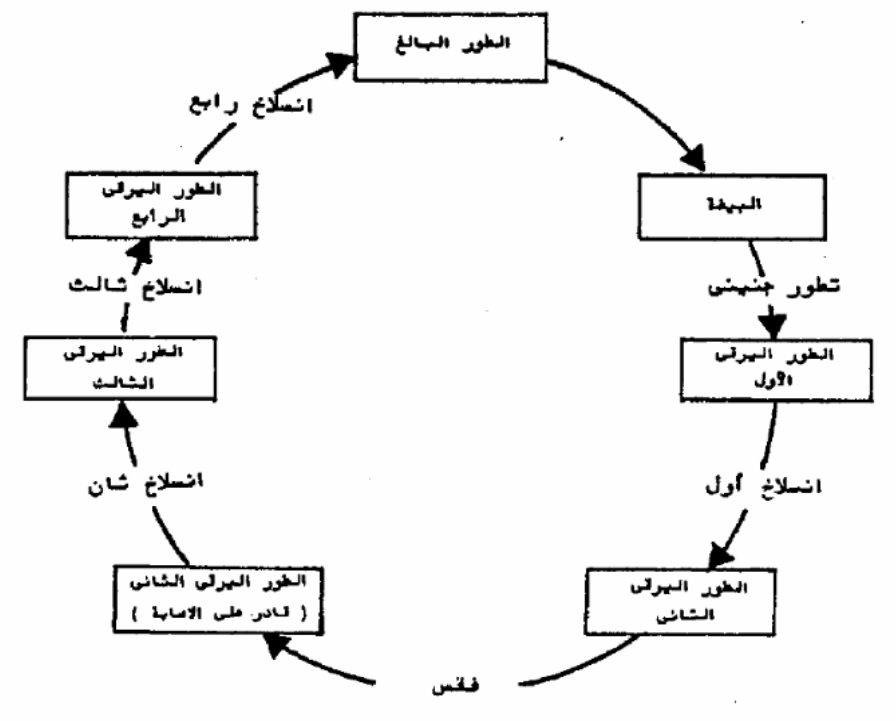
4-2-1 المدى العائلي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. :

تتطفل الأنواع المختلفة من هذه النيماتودا على ما لا يقل عن 3000 نوع نباتي من المحاصيل الحقلية والخضار وأشجار الفاكهة والغابات ونباتات الزينة والأعشاب وغيرها. ولا يكاد يخلو أي محصول مزروع من إمكانية إصابته بنوع أو أكثر من أنواع هذه النيماتودا. وتعد الأنواع المختلفة من نيماتودا تعقد الجذور غير متخصصة عائلياً عموماً (Karajeh, 2015). وتعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. أهم آفة نيماتودية في سورية ولاسيما في البيوت المحمية في المنطقة الساحلية إذ تتوفر لها الظروف الملائمة للتكاثر، وذلك نتيجة استمرار زراعة هذه البيوت بمحصول واحد، أو عدد محدود من المحاصيل تنتمي لعائلة نباتية واحدة (القاسم واخرون، 2011).

5-2-1 دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور:

تضع الأنثى البالغة البيض في كيس جيلاتيني، ويتطور الجنين داخل البيضة إلى أن يصل إلى الطور اليرقي الأول ثم يحدث أول انسلاخ له ضمن البيضة، ويتكون الطور اليرقي الثاني، بعدها تفقس البيوض عن الطور اليرقي الثاني المتحرك وهو الطور المعدي الوحيد، فإذا وجد عائل حساس فإن اليرقة تخترق الجذور لتصل بعد 5 أيام إلى الخلايا البرنشيمية للحزم الوعائية وتستقر فيها، عندها تحث اليرقة النبات لتكوين الخلايا العملاقة للتغذية، كما يتم في الوقت نفسه تغيرات أخرى في الأنسجة المحيطة بجسم النيماتودا. وتستمر اليرقات بالتغذية والنمو، وتتعرض لثلاثة انسلاخات في بضعة أيام، ويحدث الانسلاخ الثالث والرابع ضمن كيوتيكل الطور اليرقي الثاني، ويفتقد هذان الطوران إلى الرمح الذي يعود إلى الظهور في مرحلة البلوغ. وبعد ذلك تتخذ الأنثى الشكل الكمثري، في حين تبقى الإناث الناضجة مستقرة داخل الجذور المصابة. نجد أن الذكور التي تكون ملتفة عدة لفات ضمن غلاف الطور اليرقي الرابع تستعيد شكلها الدودي وتغادر إلى التربة حيث يمكن العثور عليها حرة أو على مقربة من الإناث. بعد التلقيح تضع الأنثى البيض في كيس جيلاتيني يحتوي على 200– 500بيضة/ كيس، داخل الأنسجة النباتية أو خارجها اعتماداً على موقع الأنثى. ويبقى البيض حياً لمدة 21 شهراً تقريباً في الظروف الملائمة. ويمكن أن تبقى الأفراد البالغة عدة شهور بدون عائل، لذلك يمكن أن تحتوي التربة الخالية من العوائل النباتية على يرقات معدية لأكثر من سنة. تكتمل دورة حياة

نيماتودا تعقد الجذور في العوائل النباتية المناسبة ضمن 23– 30يوم في درجة حرارة 27 °م، وتؤثر درجة الحرارة في طول فترة الحياة، وعلى تعدد الأجيال. ففي المناطق الحارة والبيوت المحمية يحدث التكاثر طوال العام عند توفر العوائل النباتية المناسبة، وعدد الأجيال يصل إلى 7– 10 أجيال متداخلة، أما في الظروف الحقلية في المناطق المعتدلة لهذه النيماتودا فيصل إلى جيل أو جيلين على الأكثر (الحازمي، 2017)



الشكل 1: دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp (الحازمي، 2017)

1-2-6: أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور:

تتميز الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور بوجود عقد جذرية على المجموع الجذري تختلف في عددها وحجمها اعتماداً على نوع النيماتودا، العائل النباتي وعلى شدة الإصابة. نتيجة وجود الإناث في الجذور تظهر أورام أو عقد جذرية (Galls) صلبة على جذور النباتات المصابة ولاسيما على الجذور الرفيعة، ويصعب فصلها عن الجذر، وهنا يعطي الجذر مظهراً خشناً صولجاني الشكل، وتكون الأطوار المختلفة للنيماتودا موجودة بداخلها.(Moosavi, 2015) وتكون العقد الجذرية صغيرة على جذور نبات الفليفلة مقارنة بالعقد على المحاصيل الأخرى (Bosland,2012)

تُلاحظ أعراض الإصابة على المجموع الخضري نتيجة خلل في وظيفة الجذر، وهي تشبه الأعراض التي تسببها العوامل الأخرى التي تؤثر في الجذر، تشمل الأعراض الشائعة فوق سطح الأرض بقعاً من النباتات التي تعاني من الاصفرار والتقزم والذبول وأعراض نقص العناصر الغذائية (Noling, 2019) وقد يؤدي تعرض النباتات للإصابة في مرحلة مبكرة إلى موتها أو إعادة الزراعة لعدة مرات في الموسم، وترتبط أهمية هذه الأعراض بأعداد يرقات الطور الثاني وعمر النبات عند بدء الإصابة (Parisi, 2020).

3-1 التطعيم على أصل مقاوم:

تعد زراعة الأصناف المقاومة أفضل وأسلم الطرق لتفادي الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور، كون هذه الطريقة اقتصادية وآمنة بيئياً وصحياً، حيث أنها لا تستبعد فقط الخسائر الناتجة عن الأمراض ولكن أيضاً تستبعد تكاليف المبيدات والعمال المستخدمين لإجراء الرش، وتتجلى المقاومة بتفاعل فرط الحساسية hypersensitive reaction (HR) وهو موت سريع ومحلي للخلية كرد فعل على الإصابة، فيرقات النيماتودا المحاطة بالخلايا الميتة سوف تفشل في النمو والتطور وبالتالي تموت، ويمكن أن يحدث ذلك بسرعة بحيث يمنع الممرض من اختراق الأنسجة النباتية، أو أن يحدث بعد الاختراق بحيث يمنع تطوير الخلايا العملاقة وبالتالي يمنع نمو النيماتودا (Pontier *et al*, 1999)، وقد أوضحت بعض الدراسات أن تفاعل فرط الحساسية هذا يكون عادة مترافقاً مع زيادة إنتاج الأوكسجين وحمض السالسيليك والفينولات ومركبات الفيتو الكسين(Hutcheson, 1998). وتحوي الهجن المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور في جذورها على تركيز أكبر من حمض الكربوليك وأنزيمي البيروكسيداز والبولي فينول أوكسيداز بالمقارنة مع الأصناف، ويرافق ذلك كله تغيرات في بنية الخلية وخاصة الجدار الخلوي، وهذه الظواهر تحدث في مكان الإصابة بعد دقائق من الاختراق. ولكن الزراعة المتكررة على نطاق واسع للأصناف المقاومة التي تملك نفس مورث المقاومة يمكن أن يجعل النيماتودا أكثر شراسة وتكسر هذه المقاومة بالإضافة إلى التطبيق الواسع للمبيدات الكيماوية، تستخدم هذه التقنية بشكل واسع لنباتات البندورة والقرعيات في منطقة حوض المتوسط وخاصة في محاصيل البطيخ والشمام والخيار من أجل حمايتها من آفات التربة كالنيماتودا والفيوزاريوم. يعد تطعيم الخضراوات من الأساليب الزراعية الحديثة حيث يتم تطعيم المجموع الخضري لنبات ذو إنتاجية ومواصفات ثمريه جيدة على أصل ذو

مجموع جذري قوي ومقاوم لآفات التربة. وقد أصبحت هذه التقنية حالياً تجارية في العديد من دول العالم. هذا وقد انتشرت هذه التقنية في الدول العربية مثل المغرب والأردن ومصر وكذلك في سورية في مجال القرعيات ونباتات العائلة الباذنجانية (العسس، 2003)

4-1 التبخير الحيوي للتربة Bio-fumigation:

هو عبارة عن معاملة التربة الزراعية بالسماد العضوي الرطب ذاتياً أو باستخدام مخلفات المزرعة كالسماد الأخضر وتغطيتها بشريحة بلاستيكية شفافة وريها جيداً خلال أشهر الصيف لمدة 3-4 أسابيع لرفع درجة حرارة التربة وإطلاق بعض الغازات التي تحد أو تقتل مسببات الأمراض والآفات الزراعية المنقولة بالتربة. لذا يقسم هذا النوع إلى قسمين بحسب المادة المضافة للتربة إما روث حيوانات المزرعة أو بقايا النباتات وبشكل خاص نباتات العائلة الصليبية (السماد الأخضر) كما يمكن استخدام المخلفات النباتية الناتجة عن تصنيع المنتجات الغذائية. ويمتاز التبخير الحيوي للتربة بقصر من فترة التعقيم مقارنة بالتعقيم الشمسي مما يساعد على التحكم الأفضل بوقت الزراعة، ويوفر من استخدام المياه اللازمة للترطيب إضافة إلى رفع كفاءة التعقيم. تشير الدراسات الى ان لإضافة المواد العضوية الى التربة أهمية في المحافظة على محتوى جيد من المواد العضوية في التربة من أجل خفض كثافة مجتمعات النيماتودا وذلك عن طريق اضافة المخلفات الحيوانية وبقايا المحاصيل بعد الحصاد وكسبة بذور بعض النباتات الزيتية. حيث تعمل هذه الأسمدة على زيادة قوة ونمو النبات مما يجعله أكثر تحملاً للإصابة بالنيماتودا، ينتج عن تحلل المواد العضوية والأسمدة الخضراء مركبات وسطية سامة عبارة عن حموض عضوية بسيطة مثل البروبيونيك وحامض البيوتريك تبقى هذه المواد في التربة لعدة أسابيع وبتراكيز كافية لقتل النيماتودا المتطفلة على النبات ولكنها تكون أقل سمية عن النيماتودا الحرة المعيشة. وينطلق نتيجة تحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة منتجات استقلابية ذات تأثير تثبيطي أو ابادي في النيماتودا. كما تعمل الاسمدة العضوية المضافة الى التربة على تشجيع زيادة نمو ونشاط الأعداء الطبيعية للنيماتودا كالفطريات والنيماتودا المفترسة وبالنتيجة تناقص كثافة أعداد النيماتودا الممرضة للنبات. ويختلف تأثير التسميد العضوي على النيماتودا تبعا لنوع السماد، معدل الاستخدام، العوامل الجوية، خواص التربة، نوع النيماتودا ونوع النبات أو المحصول (العسس، 2003). تسهم اضافة المواد

العضوية للتربة في إدارة آفات التربة خاصة عندما ترتبط مع معاملة أخرى مثل التشميس حيث يؤدي التشميس إلى زيادة فعالية التأثير في مكافحة ممرضات التربة (الفطريات، النيماتودا، بكتريا الذبول) وخفض المواد العضوية اللازمة في وحدة المساحة وزيادة الإنتاجية (جمال والعسس، 2005).

1-4-1 التبخير الحيوي باستخدام روث حيوانات المزرعة:

يعرف بأنه معاملة التربة الزراعية بالسماد العضوي الرطب ذاتياً غير المتخمر وتغطيتها بشريحة بلاستيكية شفافة وريها جيداً خلال أشهر الصيف (حزيران – تموز-أب)، إن السماد العضوي الرطب ذاتياً غير المتخمر هو روث حيوانات المزرعة الذي يؤخذ مباشرة من المزرعة حيث يعتبر روث الأبقار الرطب أفضل الأنواع للتبخير الحيوي. في حال كانت درجات الحرارة منخفضة فإنه يمكن إطالة المدة المذكورة إلى 6 أسابيع. إن المبدأ الأساسي هو رفع درجة حرارة التربة إلى درجة تزيد عن 40 °س على أعماق تتراوح بين 20- 40 سم مما يؤدي إلى إدارة مجموعة واسعة من آفات التربة كالأمراض الفطرية والنيماتودا وبذور الأعشاب الضارة. (العسس، 2003).

1-5 إدارة نيماتودا تعقد الجذور:

هناك العديد من الطرائق المتبعة حول العالم لإدارة نيماتودا تعقد الجذور وتقليل الضرر الناجم عنها وأهمها:

1-منع إدخال أجزاء النباتات التكاثرية (شتول، غراس، درنات، كورمات، ...الخ) المصابة بنيماتودا *Meloidogyne* spp. يعمل على إنجاح العملية الزراعية بحيث تكون بداية نمو المحصول خالية من الإصابات المبكرة، وهذا يعطي الفرصة لإنتاج نبات قوي ومتحمل للإصابة فيما بعد.

2-طريقة التشميس للتربة: تتضمن هذه الطريقة استغلال الطاقة الشمسية في أشهر الصيف الحارة لمدة 6-8 أسابيع لرفع حرارة التربة الرطبة بعد تغطيتها بغطاء بلاستيكي، إلى مستويات قاتلة للآفات الموجودة في التربة كالنيماتودا وغيرها (Védie, 2014)، وهذه الطريقة مستخدمة لتعقيم البيوت المحمية في المناطق الساحلية وهي ذات فعالية كبيرة في القضاء على النيماتودا.

3-استخدام المحاصيل الصائدة: وهي محاصيل لا تستطيع النيماتودا التطور فيها والوصول إلى طور البلوغ ومن ثم لا تصل لمرحلة النضج والتكاثر، أو محاصيل قابلة للإصابة ولكن يتلف نباتات المحصول قبل وصول النيماتودا مرحلة البلوغ ووضع البيض (Westerdahl, 2020). فقد أشار (Hamidi, 2020) إلى فعالية زراعة الفجل *Raphanus sativus* بوصفه مصيدة نباتية لتخفيض أعداد نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp. في التربة.

4-استخدام الأصناف المقاومة للإصابة النيماتودية: وهي طريقة فعالة لكن استخدام المبيدات أدى إلى ظهور سلالات شرسة من النيماتودا قادرة على إصابة الأصناف المقاومة. (Mukhtar and Kayani, 2019)

5-المعالجة الكيميائية: اكتشف تأثير المبيدات الكيماوية في النيماتودا المتطفلة على النبات بين عامي 1940 و1950، وأدخل في مرحلة لاحقة مدخنات التربة كغاز بروميد الميثايل ومجموعات جديدة من المبيدات غير المدخنة مثل المركبات الفوسفورية العضوية ومركبات الكربامات العضوية ذات التأثير العالي في النيماتودا والقابلة للذوبان في الماء. أثبتت المبيدات الكيميائية مثل غاز بروميد الميثايل ، ثاني بروميد الإتيلين و ميتام الصوديوم فاعلية عالية في إدارة نيماتودا تعقد الجذور على العديد من محاصيل الخضار ما انعكس إيجابا على زيادة الإنتاجية، إلا أن هذه المبيدات تعد مكلفة، ضارة بالبيئة والإنسان وملوثة للمياه الجوفية مقارنة بالمبيدات غير المدخنة التي تضم مجموعة من المركبات الفوسفورية العضوية مثل فيناميفوس وايثوبروب ومجموعة من المركبات الكرباماتية مثل ألديكارب، كاربوفيوران ، والأوكساميل. (أبو غربية وآخرون، 2010).

6-تبوير الأرض، والتبكير في مواعيد الزراعة والجني، واستعمال شتول سليمة وأصناف مقاومة يخفض الإصابة بالنيماتودا (قسام، 2012)، أما إضافة المواد العضوية كبقايا المحاصيل النباتية والأسمدة العضوية إلى التربة فيزيد من خصوبة التربة، ويشجع نمو النباتات، وتكاثر الأعداء الطبيعية للنيماتودا (Alasmary,2020).

7-المعالجة الحيوية: مثل فطريات مفترسة Predacious fungi: ومن أمثلة هذه الفطريات المفترسة أنواع معينة من الأجناس: Dactylaria، Arthrobotrys، Dactylella. وفطريات داخلية التطفل على النيماتودا أنواع معينة من كل من الأجناس: Catenaria، Harposporium، وHirsutella. (منصور، 2014)

8- التبخير الحيوي: معاملة التربة الزراعية بالسماد العضوي الرطب ذاتياً أو باستخدام مخلفات المزرعة كالسماد الأخضر وتغطيتها بشريحة بلاستيكية شفافة وريها جيداً خلال أشهر الصيف لمدة 3-4 أسابيع لرفع درجة حرارة التربة وإطلاق بعض الغازات التي تحد أو تقتل مسببات الأمراض والآفات الزراعية المنقولة بالتربة.

الفصل الثاني

2. Materials and Methods 2. مواد البحث وطرائقه

نفذ البحث خلال عامي 2019 –2020 في:

- مخبر النيماتودا – مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية – كلية الزراعة– جامعة دمشق.
- مخبر النيماتودا – مديرية زراعة طرطوس.
- أخذت عينات لدراسة انتشار نيماتودا تعقد الجذور وتوزعها على الفليفلة من القرى الآتية: (الدكيكة– بني نعيم– الصفصافة– البصيصة– المنطار– زاهد– كرتو– الجويميسة– الشيخ جابر– عرب الشاطئ– الحميدية– الهويسية– المشيرفة– بحوزي– الخرابة– الرنسية– شاص– السودة– دير الحجر– الريحانية– كفرفو– لحة– الجماسة– الحسنة) في محافظة طرطوس.
- نفذت التجربة الحقلية ضمن بيت بلاستيكي مساحة 200 م^2 في قرية الدكيكة على ارتفاع 13م عن سطح البحر – محافظة طرطوس.

2-1 المواد والأجهزة المستخدمة:

مسبر أخذ عينات ترابية، براد لحفظ العينات، أقماع زجاجية، انابيب اختبار، شرائح، سواتر، ورق ترشيح ، شرائح خاصة لعد النيماتودا، مجهر ضوئي، مكبرة، أدوات تشريح (ملقط، شفرة، أبرة...)، طبق بتري، بيشر، خلاط كهربائي، حمض اللاكتيك، مرجع تصنيف نيماتودا، مناخل دقيقة، أنابيب مدرجة. وغيرها من المواد التي كانت متوفرة في مخبر النيماتودا في مديرية زرعة طرطوس.

التجربة الحقلية: بيت بلاستيكي مجهز للزراعة مساحة 200م^2، سماد عضوي غير متخمر(روث أبقار) لمعاملة التبخير الحيوي، بذار فليفلة صنف دالاس و بذار صنف تانتان المستخدم في معاملة التطعيم، معدات زراعية، مرش 1ل، مبيدVelum prime، مبيد Oxamyl، ميزان، براد.

2-2 **طرائق العمل:**

2-2-1 **المسح الحقلي:**

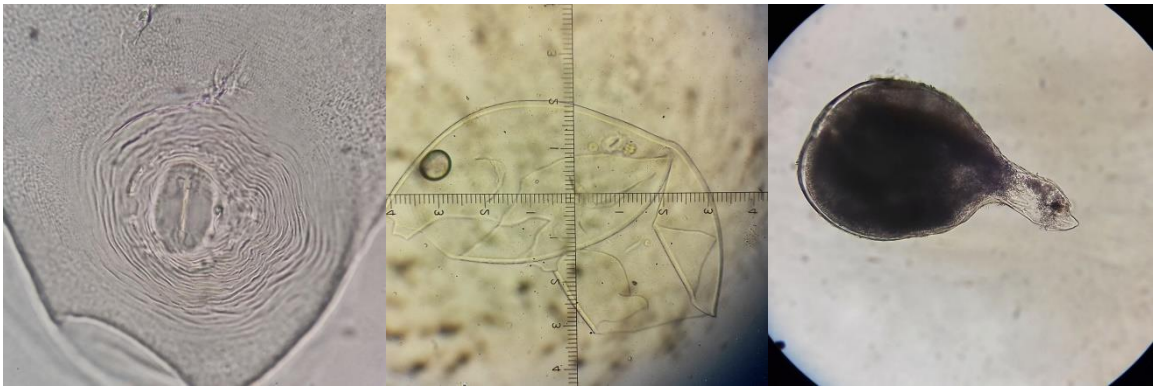
نفذ البحث في محافظة طرطوس، وحللت العينات بمخبر النيماتودا في محافظة طرطوس ومخبر النيماتودا في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية في جامعة دمشق كلية الزراعة. إذ أجري مسح حقلي في أشهر نسيان –أيار وحزيران من عام 2019 وفق الآتي:

عُزلت النيماتودا المتحركة بطريقة أقماع بيرمان المعدلة (Baermann Funnel) فأخذت 52 عينة ترابية في الموسم بطريقة (Zig–Zag)، حول جذور النبات، وخلطت خلطاً جيداً، وأخذ منها حجم 100سم^3 بمعدل 3 مكررات لكل عينة، وفُحِصَ كل منها باستخدام طبق العد تحت المجهر الضوئي وحساب متوسط أعداد اليرقات (طور يرقي ثاني / 100 سم^3 تربة). لدراسة كثافة النيماتودا في التربة



الشكل2: العينات الترابية واستخلاص النيماتودا باستخدام طريقة قمع بيرمان

عزلت إناث من النيماتودا المستقرة الموجودة في العقد الجذرية لكل عينة من جذور الفليفلة المصابة تحت المكبرة الموجودة في المخبر باستخدام المشرط والملاقط المناسبة، ثم نقلت إلى شريحة، وفحصت تحت المجهر على التكبير (×10) وصنفت الإناث بعمل مقطع عرضي في مؤخرة جسم الأنثى لتحديد النمط العجاني (Perineal pattern) الخاص بكل نوع للنيماتودا المسببة للتعقد، وهو الصفة الأكثر استخداماً في تشخيص أنواع نيماتودا تعقد الجذور وحددت النوع بالاستعانة بالمرجع التشخيصي(Mai and lyon, 1982) لتحديد النوع النيماتودي الأكثر انتشاراً.



الشكل3: مراحل عمل مقطع في النهاية الخلفية لأنثى .*Meloidogyne* spp

أخذت عينات ترابية من 22 قرية مزروعة بالفليفلة(بيوت بلاستيكية) في منطقة الصفصافة والمتبع فيها طريقة الإدارة نفسها (مبيد Oxamyl) وطريقة ري بالتنقيط، 3 عينات من كل منطقة و4 مكررات لكل عينة، وتم تحليل العينات في مخبر النيماتودا بمديرية زراعة طرطوس وحساب متوسط الكثافة العددية لأفراد الطور اليرقي الثاني لدراسة تأثير اختلاف المنطقة الجغرافية في اعداد نيماتودا تعقد الجذور.

اختيرت مجموعة من المناطق المزروعة بالصنف نفسه والمعاملة بطريقة الإدارة نفسها (مبيد Oxamyl) لدراسة تأثير الارتفاع عن سطح البحر في الكثافة العددية للنيماتودا. وقسمت وفق الارتفاع عن سطح البحر إلى 4 مستويات. المستوى الأول 0–10 م ويضم المناطق (الحميدية–بني نعيم – المنطار – الخرابة)، المستوى الثاني 10–20م يضم المناطق (الدكيكة –البصيصة – المشيرفة–الرنسية)، المستوى الثالث 40–60م يضم المناطق (الجماسة–كرتو–بحوزي –الريحانية)، والمستوى الرابع >200م في منطقة الصفصافة لدراسة تأثير الارتفاع عن سطح البحر.

لدراسة تأثير قوام التربة في الكثافة العددية لأفراد الطور الثاني أخذت عينات من 5 مناطق، كفرفو–زاهد (طيني)، الجويميسة – لحة (طيني لومي) والبصيصة (لومي) وحسبت متوسط أعداد النيماتودا في كل منطقة. حيث تم الاعتماد على دراسة حبيب ومحمد 2018 لتحديد قوام التربة وفق الجدول 3 .

جدول 3 : بعض خصائص التربة المدروسة والمعدلة بناءً على معامل الوزن:

الموقع	كفرفو	مجدلون	كرم بيرم	بيت كمونة	زاهد	البصيصة	جويميسة	لحة
الصرف	جيد	جيد	جيد	جيد	جيد	جيد	متوسط	متوسط
القوام	طيني	رملي طيني لومي	لومي طيني	طيني لومي	طيني	رملي طيني	طيني لومي	طيني لومي
العمق	140	50	74	50	150	45	100	100

2-2-2التجربة الحقلية:

جهز البيت البلاستيكي وأجريت عمليات الخدمة اللازمة من فلاحة وتنعيم للتربة وقسم البيت الى قطاعات عشوائية لتنفيذ التجربة وزراعة المعاملات، لكل معاملة 4 مكررات وكل مكرر 10 نباتات، المسافة بين النباتات 60 سم مع ترك مسافة 1م بين المكررات، وتم تجهيز البيت البلاستيكي بشبكة ري بالتنقيط. واعتمدت الفليفلة صنف Dalas في جميع المعاملات والأصل Tantan في معاملة التطعيم فقط. وتم حساب عدد يرقات الطور الثاني لنيماتودا تعقد الجذور الموجود بالتربة قبل زراعة النباتات. وتمت الزراعة لجميع المعاملات بتاريخ 2019/9/1.

المعاملة الأولى: التبخير الحيوي، تمت مجانسة التربة الزراعية بعدة فلاحات متعامدة، ثم أضيف السماد العضوي الرطب غير المتخمر (روث أبقار) وغطيت بشريحة بلاستيكية شفافة ورويت جيدا لمدة 4 أسابيع (من 17 تموز الى 15 آب) 2019 بحيث ترتفع درجة الحرارة للحد الذي تصبح فيه قادرة على إضعاف الآفات الزراعية القاطنة فيها.

المعاملة الثانية: التطعيم، طعمت الفليفلة من الصنف (Dalas) على الأصل (Tantan) دون إجراء أي عمليات إدارة للنيماتودا. تمت زراعة الاصل قبل الطعم ب 5 أيام، ثم بعد 25 يوم تمت عملية التطعيم بإحداث

قطع بزاوية 45 درجة في كل من الطعم والأصل والتثبيت بملقط مكان التطعيم ونقلت للزراعة بعد 10 أيام من عملية التطعيم.

المعاملة الثالثة: مبيد جديد يستخدم من قبل المزارعين في المنطقة، الاسم التجاري Velum prime وهو مبيد جهازي مصمم على شكل معلق مركز SC من انتاج شركة BAYER الألمانية، المادة الفعالة: Fluopyram (Pyriditinylethylbenzamide) 500 غ/لتر، درجة الحموضة PH=5-8 معدل الاستخدام 1.25ل/هـ، يكافح أنواع النيماتودا على المحاصيل الزراعية ولاسيما نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. ونيماتودا التقرح *Pratylenchus* spp. ونيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus* spp.، طبق أولاً بتحضير محلول المبيد المكون من (2,5 مل مبيد / 20 لتر ماء)، رويت التربة بالماء في البداية ثم أضيف 0.5 ل محلول المبيد الى مكان كل نبات مكان كل نبات قبل الزراعة بـ 5 أيام، ثم زرعت الشتول وكررت المعاملة بعد 20 يوم حسب تعليمات استخدام المبيد.

المعاملة الرابعة: مبيد شائع الاستخدام من المزارعين، الاسم التجاري Oxamyl وهو مبيد حشري نيماتودي جهازي له عدة أشكال واستخدم الشكل السائل في التجربة، المادة الفعالة Oxamyl 24L، فترة الأمان 7 أيام من يوم التطبيق، حضر محلول المبيد (2.5 مل مبيد / 1 لتر ماء) والرش الورقي بعد الزراعة بأسبوع وكررت المعاملة كل 15 يوم حتى نهاية التجربة حسب تعليمات استخدام المبيد.

المعاملة الخامسة: شاهد غير معامل.



الشكل4: البيت البلاستيكي التي تمت فيه التجربة – طرطوس 2019

2-3 المؤشرات المدروسة:

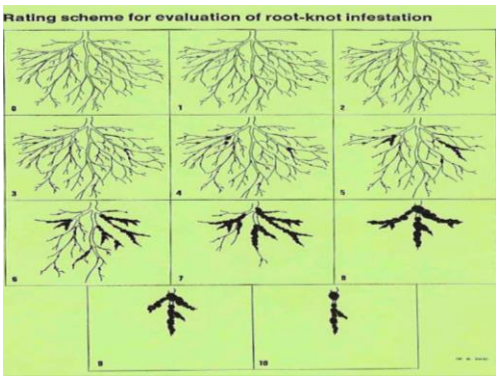
النسبة المئوية للإصابة: إذ حسبت النسبة المئوية للإصابة وفق المعادلة الآتية:

(عدد النباتات المصابة/ عدد النباتات الكلي) × 100.

كثافة النيماتودا في التربة: عُزلت النيماتودا المتحركة بطريقة أقماع بيرمان المعدلة (Baermann Funnel) إذ أخذت 30 عينة ترابية قبل الزراعة بطريقة (Zig-Zag)، وفي نهاية موسم النمو من كل مكرر حول جذور النبات وخلطت جيداً وأخذ منها حجم 100سم^3 بمعدل 3 مكررات لكل عينة، وفحص كل منها باستخدام شريحة العد تحت المجهر الضوئي متوسط أعداد اليرقات طور يرقي ثاني / 100 سم^3 تربة لكل معاملة.

مؤشر تعقد الجذور Root-knot Index: إذ أخذت نتائج مؤشر تعقد الجذور على السلم المتعارف عليه القياسي المدرج من صفر الى 10 حسب (Zeck, 1971; Barker *et al*, 1985). لحساب شدة الاصابة. حيث الدرجة صفر: دون إصابة، درجة 1: عقد فردية خفيفة على المجموع الجذري لا تكاد تلاحظ، درجة 2: عقد صغيرة أكثر عددا يمكن ملاحظتها بسهولة، درجة 3: عقد كثيرة يمكن ملاحظة ترابطها معاً، درجة 4: عقد كبيرة على المجموع الجذري، درجة 5: 25% من المجموع الجذري مصاب، درجة 6: 50% من المجموع الجذري مصاب، درجة 7: 75% من المجموع الجذري مصاب، درجة 8: 100% من المجموع الجذري مصاب، درجة 9: المجموع الجذري كتلة من العقد، درجة 10: النبات والمجموع الجذري ميتان.

إنتاجية النبات: أخذت قراءات الإنتاج منذ بداية التجربة بمعدل 10 قراءات، إذ كانت اول قراءة عندما كان عمر النبات 60 يوماً.



الشكل5: شدة الاصابة لكل درجة من درجات السلم حسب (Barker *et al*, 1985).

2-4 الجدوى الاقتصادية:

تم حساب كلفة جميع العمليات المتبعة من حراثة وتنعيم للتربة ونايلون وأسمدة كيميائية ومبيدات حشرية وفطرية بالإضافة الى أجور العمار وتكاليف الري، ثم حسبت الفروق لكل معاملة من المعاملات في التجربة، وجميع التكاليف بالليرة السورية / دونم.

2-5 التحليل الإحصائي:

تم التحليل الإحصائي لبيانات التجربة بعد تبويبها وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة CRBD باستخدام برنامج SPSS، وتطبيق تحليل ONE WAY ANOVA، وأجريت المقارنة بين المتوسطات بحساب أقل فرق معنوي .L.S.D عند مستوى معنوية 0.05.

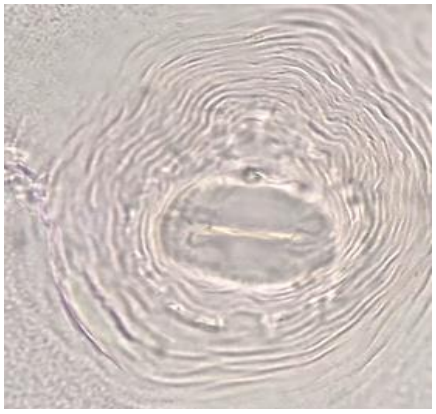
الفصل الثالث

3. Results and Discussion 3. النتائج والمناقشة

3-1 المسح الحقلي:

3-1-1 أنواع النيماتودا السائدة في المنطقة:

أظهرت نتائج التشريح تحت المجهر ودراسة المنطقة العجانية لجميع العينات المختبرة في المسح الحقلي أن النوع السائد هو *M.incognita*



الشكل6: النمط العجاني في المقطع الخلفي لأنثى *M.incognita* (عباس وآخرون، 2021)

ويعد النوع *M. incognita* الأكثر أهمية وانتشاراً، وصفت منه أربع سلالات بالاعتماد على المدى العائلي له (Khan, 2019).

ويملك هذا النوع القدرة على إصابة أكثر من 2000 نوع نباتي، ويشكل هذا النوع حوالي 53% من أنواع هذا الجنس، يليه النوع *M. javanica* بنسبة 30% ثم النوع *M. arenaria* والنوع *M. hapla* بنسبة 9% و8% على التوالي (El-Sappah, 2019).

3-1-2 تأثير المنطقة الجغرافية والظروف المحيطة في حجم مجتمعات النيماتودا *M. incognita*:

جاء ترتيب المناطق من حيث تعداد النيماتودا في التربة كالآتي:

الجدول4: تأثير اختلاف المنطقة الجغرافية في الكثافة العددية للنيماتودا في المناطق المدروسة:

المنطقة المدروسة	اعداد النيماتودا / 100غ تربة
زاهد	60.17^{a}
المشيرفة	38^{b}
المنطار	32^{bc}
بحوزي	29.625^{bcd}
الحسنة	26.25^{bcde}
الخربة	20.5^{bcde}
البصيصة	15.08^{cde}
الجماسة	14^{cde}
بني نعيم	12.875^{cde}
الحميدية	11.625^{de}
كرتو	9.83^{de}
الرنسية	9.5^{de}
عرب الشاطئ	9.375^{de}
الشيخ جابر	7.75^{de}
الهويسية	7.75^{de}
السودا	5.56^{e}
الريحانية	5.25^{e}
دير الحجر	5^{e}
الجويميسة	3.75^{e}
شاص	2.58^{e}
الصفصافة	1^{e}
$LSD_{0.05}$	27.38

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 5%.

يرتبط انتشار النيماتودا في سورية والعالم بالظروف البيئية السائدة كالحرارة والرطوبة وقوام التربة ومكوناتها، فضلاً عن نوع النباتات المزروعة وصنفها، والعمليات الزراعية المطبقة، ولاسيما الدورة الزراعية، ومصادر البذار ومواد الغرس المستخدمة (Krif, 2020)

نلاحظ من الجدول 7 أن أعلى كثافة في تعداد للنيماتودا في التربة كان في أربع مناطق (زاهد – المشيرفة – المنطار – بحوزي) بوجود فروق معنوية مقارنة بأغلب مناطق الدراسة وذلك بشكل رئيسي بسبب الزراعة المكثفة وعدم اتباع دورة زراعية. تبين نتائج الدراسة وجود تباين في متوسطات أفراد الطور اليرقي الثاني المعدي في العينات المتشابهة، ويفسر ذلك بأن الدراسة اعتمدت على بيوت محمية لمزارعين مختلفين وهذا يؤدي إلى اختلاف العمليات الزراعية بين مزارع وأخر، إذ أشارت الدراسات إلى أن استخدام وسائل العناية بالمزروعات مثل المبيدات والمعالجة الحيوية، ومحسنات التربة والدورة الزراعية من شأنها أن تخفض كثافة مجتمعات النيماتودا بغياب العوائل المفضلة. ومن جهة أخرى أظهرت نتائج دراسة (Francisco *et al*, 2019) زيادة الإنتاج عند الأصناف المطعمة على أصول مقاومة، وذلك بسبب قوة الجذر وزيادة مقاومته لأمراض التربة ومقاومة النيماتودا، وفي دراسة أخرى أظهرت معاملة المبيد Oxamyl زيادة الإنتاج على نبات الفليفلة عند مقارنتها بنباتات غير معاملة (El–Ashry *et al*, 2018)

إن نيماتودا النبات موجودة تقريبا في كل بيئة رطبة في العالم، وتتغذى على المواد العضوية المتوفرة فيها. وتزداد أعدادها أو تقل، كما تختلف أجناسها وأنواعها وفقاً لعدد من العناصر والمؤثرات المرافقة التي قد تكون عوامل غير حيوية، كالحرارة والرطوبة ونوع وقوام وكيمياء التربة أو عوامل حيوية تتضمن الكائنات الحية الموجودة في التربة، أو المواد العضوية الناتجة من محسنات التربة المضافة أو نواتج التحليل الميكروبي أو الإفرازات النباتية والحيوانية. كما أن للنظام المحصولي والعوائل النباتية والعمليات الزراعية المختلفة تأثيراتها المهمة في أنشطة النيماتودا (Abu–Gharbieh *et al*, 2010)

نلاحظ من الجدول 5 تأثير الارتفاع عن سطح البحر في الكثافة العددية لنيماتودا تعقد الجذور وذلك بسبب تغيرات درجة الحرارة إذ كان متوسط الكثافة العددية لأفراد الطور الثاني مرتفعة بالمناطق القريبة من سطح البحر وانخفضت كلما زاد الارتفاع، حيث أخذت قراءة درجات الحرارة في شهر أيار بين أدنى نقطة في منطقة الدراسة على ارتفاع 5 م عن سطح البحر وكانت درجة الحرارة 25 °م وأخذت في أعلى منطقة أخذت منها عينات وكانت 21 °م على ارتفاع 216م. وهذا يتوافق مع دراسات تؤكد انخفاض درجات الحرارة كلما ارتفعنا عن سطح البحر (Cazenave and Cozannet, 2014) ، وفي دراسة (Khan *et al*, 2014)

لمعرفة تأثير الحرارة في إصابة نيماتودا تعقد الجذور لم يستطع النوعان *M. javanica* و *M. incognita* إصابة النباتات عند درجة حرارة تقل عن 20 °م، ولكنهما أحدثا إصابة شديدة عند ارتفاع درجة الحرارة إلى ما بين 22–27.5°م. تختلف أنواع النيماتودا في درجة مقاومتها للحرارة المنخفضة حتى بين أنواع الجنس الواحد، فالنيماتودا *Meloidogyne incognita* لا تستطيع البقاء تحت 3 °م ، بينما تستطيع *Meloidogyne hapla* البقاء في التربة المتجمدة(Abu–Gharbieh *et al*, 2010). هناك تطبيقات عملية للاستفادة من ظاهرة تدني مستوى النشاط البيولوجي للنيماتودا بسبب ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها عن حدود معينة، وهذا يساعد في اختيار مواعيد زراعية تمكن من التهرب من الإصابة الشديدة للمحاصيل.

الجدول 5: تأثير الارتفاع عن سطح البحر في متوسط أعداد الطور اليرقي الثاني في مناطق الدراسة:

المنطقة	الارتفاع عن سطح البحر/م	متوسط كثافة النيماتودا 100سم3/تربة
الحميدية–بني نعيم–المنطار–الخرابة	10–0	37.42^{a}± 17.18
الدكيكة–البصيصة–المشيرفة–الرنسية	20–10	22.5^{a}±13.72
الجماسة–كرتو–بحوزي–الريحانية	60–40	8.2^{b}±7.46
الصفصافة	200<	2^{b}±1.41
LSD $_{0.05}$		23.265

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 5%.

وفي السياق ذاته تشير الدراسات إلى أن لنوع التربة تأثير مهم في انتشار النيماتودا فنيماتودا تعقد الجذور تصيب عوائلها النباتية المزروعة في التربة الرملية الخفيفة بدرجة أعلى بكثير من المزروعة بالتربة الطينية الثقيلة، أظهرت نتائج لتحديد أنواع الترب في منطقة سهل عكار جدول (6) إلى وجود اختلاف في قوام التربة بين المناطق المختلفة في سهل عكار إذ كان قوام التربة طيني في منطقة كفرفو وزاهد وطيني لومي في منطقة الجويميسة ولحة ولومي في البصيصة (حبيب و محمد، 2018) ويمكن أن يكون هذا سبباً في اختلاف الكثافات العددية بين مناطق الدراسة حيث كانت الكثافة العددية لأفراد الطور الثاني مرتفعة في الأراضي الخيفية مقارنة بالأراضي الثقيلة، إذ تؤثر مجموعة متنوعة من العوامل اللاحيوية والحيوية على تكوين مجموعات النيماتودا في التربة بما في ذلك النيماتودا المتطفلة على النبات، ويعد قوام التربة ومزيج المواد

الصلبة (الرمل والطمي وجزيئات الطين والمواد العضوية) أحد أهم خصائص التربة المتعلقة بانتشار النيماتودا في حقول المحاصيل.(Moore and Lawrence, 2013)، حيث تعد التربة الرملية الخفيفة عموماً أكثر ملاءمة للتعدادات الكبيرة من الديدان الخيطية من التربة الطينية الثقيلة نظرًا إلى التهوية الأكثر ملاءمة التي توفر في التربة التي تتكون من جزيئات خشنة(Kim *et al*, 2017)، أو دراسة Fleming وزملائه (2016) استنتج أنه من الممكن تحديد المناطق التي يرجح أن تشكل النيماتودا خطورة على عوائلها عن طريق الاسترشاد بخريطة توزيع قوام الأراضي. إذ أن لنوع التربة تأثيراً في العائل النباتي فيكون ضرر النيماتودا أشد عندما يتعرض النبات إلى إجهاد متأتٍ من قوام التربة أو نقص الرطوبة.

الجدول 6: تأثير قوام التربة في متوسط أعداد الطور اليرقي الثاني في مناطق الدراسة:

المنطقة	قوام التربة	متوسط كثافة النيماتودا 100سم^3/تربة
كفرفو	طيني	6.05^{b}±1.87
زاهد	طيني	8.9^{b}±4.63
الجويميسة	طيني لومي	11^{b}±2.52
لحة	طيني لومي	11.4^{b}±4.5
البصيصة	لومي	21.82^{a}±9.97
$LSD_{0.05}$		10.106

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 5%.

3-2 التجربة الحقلية:

3-2-1 تحديد أنواع النيماتودا مكان التجربة:

تم التأكد بواسطة المجهر الضوئي من نوع النيماتودا مكان تنفيذ التجربة الحقلية وكانت جميع العينات من النوع *M. incognita*

3-2-2 تعداد النيماتودا في التربة:

كان متوسط اعداد النيماتودا قبل البدء بالتجربة 14.42 طور يرقي ثانِ / 100سم^3 فقد أظهرت النتائج (جدول 10) انخفاض في تعداد النيماتودا في التربة في كافة المعاملات مقارنة بالشاهد (61.33 فرد طور يرقي ثانِ / 100سم^3 تربة)، وكان اقل تعداد للنيماتودا في معاملة التبخير الحيوي مع وجود فروق معنوية عن باقي المعاملات، إذ كانت أعداد النيماتودا 1 فرد طور يرقي ثانِ / 100سم^3 تربة على التوالي، وهذا ما يتوافق مع دراسة لتقييم فاعلية الأسمدة العضوية في إدارة نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية على الفليفلة، حيث أظهرت نتائج استخدمت روث الأبقار انخفاضاً في اعداد يرقات نيماتودا تعقد الجذور في التربة 9 فرد/200سم^3 تربة مقارنة بالشاهد 26 فرد/200سم^3 تربة (Nwanguma *et al*, 2011) وفي دراسة أخرى في فلوريدا أظهرت معاملة التبخير الحيوي باستخدام الإضافات العضوية للتربة انخفاض اعداد النيماتودا في التربة بنسبة 53% مقارنة بالشاهد (Mcsorly, 2011; Wang *et al*, 2002). في حين لم يكن هناك فرق معنوي بين Oxamyl وprime velum من حيث تعداد النيماتودا في التربة.



الشكل7: أكياس البيض على جذر نبات الفليفلة

المربع A: بيضة بداخلها الطور اليرقي الثاني*Meloidogyne* spp ، المربع B: بيضة مفردة



الشكل8: الطور اليرقي الثاني لنيماتودا .Meloidogyne spp

3-2-3 مؤشر تعقد الجذور Gall index:

نسبة الإصابة:

كانت الاصابة في المعاملات المدروسة في نهاية التجربة بنسبة 100% في الشاهد يليها كل من معاملتي المبيد اوكساميل والمبيد velum prime ولا يوجد فروق معنوية بينما كانت بنسبة 87.5% ي معاملة النبات المطعم على أصل مقاوم وأقل نسبة كانت في معاملة التبخير الحيوي 80% بفروق معنوية عن باقي المعاملات عند مستوى احتمال 0.05.

معامل التعقد:

كانت قيمة معامل التعقد في جميع المعاملات أقل من الشاهد 5.7 مع وجود فروق عند مستوى احتمال (0.05)، يلاحظ انخفاض قيمة معامل التعقد (جدول 7) في كل من معاملتي النبات المطعم (1.8)والتبخير الحيوي(2.3) مقارنة بالشاهد وبقية المعاملات، إذ بينت دراسة على نبات الفليفلة أن النباتات المطعمة على أصول مقاومة أظهرت نتائج أفضل وأكثر مقاومة لنيماتودا *M. incognita*، فقد كان عدد العقد بين (0.06_ 0.5) في الأصناف المطعمة بينما كان 2.21 في الأصناف غير المطعمة وكانت اقل قيمة لمعامل التعقد للأصل "Charleston Hot" (Kokalis-Burelle *et al*, 2009)، كذلك يلاحظ انخفاض في قيمة معامل التعقد بفروق معنوية لكل من معاملتي velum prime 3.3 وOxamyl 4.3 مقارنة بالشاهد، وكانت أقل بوجود فروق معنوية في معاملة Oxamyl مقارنة بمعاملة velum prime.

إذ أظهرت دراسة (Bartholomew, 2013) فاعلية المبيد Oxamyl على تخفيض أعداد نيماتودا تعقد الجذور والسيطرة عليها ويعود ذلك للسمية العالية للمبيد إذ إنه عندما استُخدم بتركيز منخفض عمل على ضبط أعداد النيماتودا وثبط قدرتها على التغذية على الجذور، لكن التركيز الموصا به مرتفع وهذا يجعله شديد الخطورة على الإنسان، كما يمكن أن يسبب سمية نباتية، بينما التشميس أو التشميس مع إضافة سماد عضوي غير متخمر الذي يعرف بالتبخير الحيوي كان له دور في تقوية خصوبة التربة فضلاً عن أن الأبخرة الناتجة عن عملية التبخير ساعدت في تخفيض أعداد النيماتودا والسيطرة عليها، وهذا يجعل منها طريقة أكثر أماناً مقارنة باستخدام المبيدات الكيميائية.

وبملاحظة قراءات كل من أعداد النيماتودا في التربة قبل الزراعة 14.42 طور يرقي ثانِ / 100سم^3 وفي نهاية الموسم لكل معاملة مع معامل التعقد لهذه المعاملات فإننا نلاحظ انخفاض أعداد النيماتودا في معاملة التبخير الحيوي 1.11 طور يرقي ثانِ / 100سم^3 وذلك لأنه قُضي على العدد الأكبر من أفراد الطور المعدي في بداية التجربة، ولكن كان عدد العقد على الجذور في نهاية التجربة 2.03، حيث إن النبات غير مقاوم للنيماتودا وبالتالي لم يمنع العدد القليل المتبقي من أفراد الطور اليرقي الثاني في التربة من التكاثر وتشكيل العقد، ولكن كانت النتيجة مختلفة في معاملة التطعيم على أصل مقاوم إذ انخفضت أعداد النيماتودا في التربة منذ بداية التجربة إلى نهايتها بالرغم من أنه لم يستخدم أي مبيد وذلك لأن النيماتودا لم تستطع اختراق الجذر واكمال دورة حياتها وبالتالي لم تتكاثر، وهذا ما نجده في قيمة معامل تعقد الجور في نهاية التجربة إذ كانت هي الأقل بين جميع المعاملات 1.8، وهذا يفسر انخفاض أعداد النيماتودا دون استخدام أي مبيد. أما بالنسبة إلى المبيد Oxamyl المعروف بسميته الشديدة وقدرته على قتل النيماتودا عند استخدامه بمعدل عالٍ، ولكنْ لهذا الاستخدام ضرر كبير على البيئة والانسان إذ استُخدام بالتجربة بالحد الأدنى المسموح به 1.25سم^3/ل وذلك بالرش الورقي لتخفيف الضرر الناتج عنه وعند هذا المعدل لم يستطع تخفيض أعداد النيماتودا تخفيضاً مرضياً ومن ثم كان هناك معامل تعقد مرتفع على الجذور في نهاية التجربة مقارنة بمعاملتي التبخير الحيوي والتطعيم على أصل مقاوم. وفي معاملة المبيد Velum prime فالمعدل المستخدم بالتجربة كان 1.25سم^3/20ل، وذلك قبل الزراعة ب 5 أيام وبعدها ب 20 يوماً مع الحفاظ على مستوى

رطوبة أرضية 60-50%، لكن لم تكن النتائج مرضية على محصول الفليفلة، بالرغم من التقيد بتعليمات استخدامه.

3-2-4 دراسة تأثير المعاملات المختلفة في متوسط انتاجية النبات:

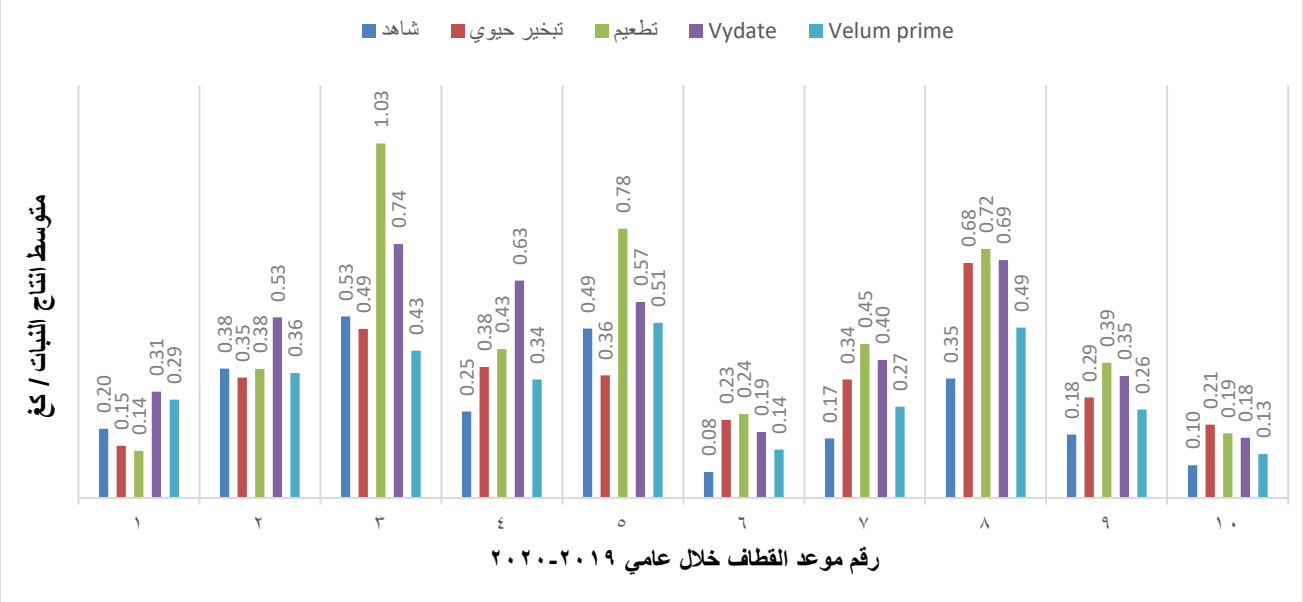
أظهرت نتائج قراءات إنتاجية النباتات (جدول 7) تفوق معاملتي النبات المطعم على أصل مقاوم (4.75كغ/نبات) والمبيد Oxamyl (4.58كغ/نبات) بفروق معنوية على كافة المعاملات الأخرى، وهذا يتوافق مع نتائج دراسة أجريت في إسبانيا استخدمت فيها خمسة أصول فليفلة كانت الإنتاجية بين (3.61 و 2.69 كغ/نبات) وذلك بسبب قوة الجذر ومقاومته لأمراض التربة (Francisco *et al*, 2015)، وفي دراسة أخرى أظهرت معاملة المبيد Oxamyl زيادة الإنتاج على نبات الفليفلة بنسبة 16.59%عند مقارنتها بنباتات غير معاملة (El-Ashry *et al*, 2018)، وتفوقت معاملة التبخير الحيوي على الشاهد بفروق معنوية وكانت إنتاجية النبات الواحد 3.49كغ/نبات، في حين كانت هناك زيادة بالنسبة إلى معاملة المبيد velum prime مقارنة بالشاهد، فكانت إنتاجية النبات المعامل بالمبيد velum prime 3.21 كغ/نبات أما الشاهد 2.72كغ/نبات.

الجدول 7: متوسط الكثافة العددية بنهاية الموسم للطور اليرقي الثاني لنيماتودا تعقد الجذور بين المعاملات كافة في 100 سم3 تربة لكل عينة، والنسبة المئوية للإصابة، ومعامل التعقد، ومتوسط إنتاجية النبات الواحد من محصول الفليفلة:

المعاملة	متوسط عدد النيماتودا طور يرقي ثاني / 100سم^3	النسبة المئوية للإصابة	معامل التعقد	متوسط إنتاجية النبات كغ/ نبات
الشاهد	61.33±0.67^a	100±0a	5.77±0.21a	2.72 ± 0.27c
تبخير حيوي	1.11±0.19^c	80±18.26b	2.03±0.95d	3.49 ± 0.54b
نبات مطعم	3.89±0.77^{bc}	87.5±5ab	1.83±0.42d	4.75 ± 0.75a
Oxamyl	6.78±3.67^b	95±5.77a	3.3±0.3c	4.59 ± 0.38a
Velum prime	8.56±0.51^b	97.5±5a	4.27±0.21b	3.21 ± 0.31bc
LSD0.05	5.67	13.76	0.91	0.73

الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد تشير إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 5%.

3-3 السلسلة الزمنية لقطفات الإنتاج في المعاملات المدروسة:



الشكل(9): يوضح التسلسل الزمني لمتوسط قراءات الإنتاج بالكيلو غرام/ نبات لكافة المعاملات منذ بداية التجربة حتى نهاية الموسم.

تمت التجربة على طول موسم الزراعة لمعرفة إمكانية تأثير المعاملات وفق ظروف المنطقة المدروسة، أخذت القراءة الأولى عندما كان عمر النبات 60 يوماً وأظهرت أعلى انتاج عند معاملة المبيد Oxamyl (0.31كغ/نبات) يليها معاملة المبيد Velum prime (0.29كغ/نبات) كذلك الأمر كانت أعلى إنتاجية للنبات للمبيد Oxamyl في القراءة الثانية (0.53كغ/نبات) عند عمر 90 يوماً. لكن في القراءة الثالثة تفوقت معاملة التطعيم على الأصل TANTAN على باقي المعاملات بإنتاج (1.03كغ/نبات). تأثرت النباتات بانخفاض درجات الحرارة في الأشهر الثاني والثالث إذ تراوحت درجات الحرارة بين 5و13°م وانخفضت الى 1 °م بتاريخ (10-11)/2/ 2020، ثم تعرضت المنطقة لموجة صقيع أخرى انخفضت فيها الحرارة الى 0 °م بتاريخ 2020/3/18 (البحوث الزراعية-محطة الجماسة) وأثر ذلك تأثيراً ملحوظاً في إنتاجية جميع المعاملات، وذلك في القراءة السادسة إذ كانت معاملة التطعيم الأقل تأثرا بين جميع المعاملات بإنتاجيه (0.24كغ/نبات). ثم بعد انتهاء موجة البرد استعادت النباتات نشاطها وازداد الإنتاج، وكان التفوق لمعاملة التطعيم، ثم لمعاملتي التبخير الحيوي والمبيد Oxamyl بتقارب كبير جدا. ان نباتات الفليفلة تعيش في المجال الحراري7 -29 °م وهي حساسة للبرودة إذْ تؤدي الحرارة المنخفضة إلى تكوين أزهار ومبايض مشوهة وحبوب

لقاح فاقد الحيوية، وإلى زيادة عقد الثمار البكري وتشوه شكلها وزيادة تشققات الجدر الخارجية للثمار وعدم انتظام تلونها(Thuy and Kenji, 2015). كما نلاحظ في القراءات الثلاث الأولى عدم تأثر إنتاجية الشاهد وان النباتات كانت بالحالة الطبيعية وقريبة إلى باقي المعاملات، ثم بدأت النباتات تتأثر بالنيماتودا وانخفض الإنتاج تدريجيا حتى نهاية الموسم.

3-4 الجدوى الاقتصادية:

تتفاوت تكاليف إنتاج الدونم الواحد من الفليفلة لدى المزارعين تبعاً للعمليات الزراعية التي يقدمها المزارع، وتضم تكاليف الإنتاج الزراعي: تكاليف العمليات الزراعية، وتكاليف قيمة مستلزمات الإنتاج الزراعي، فضلاً عن تكاليف أخرى إن وجدت تتضمن إيجار الأرض، فائدة رأس المال، والنفقات النثرية (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2018). نلاحظ من الجدول 8 ارتفاع النسبة المئوية للربح في معاملة الشتل المطعم بنسبة 83.8% ويعود ذلك الى الزيادة المحققة بالإنتاج وانخفاض تكاليفه. بينما كانت النسبة المئوية للربح 32.3 % فقط في معاملة التبخير الحيوي ويعود ذلك الى التكاليف المرتفعة المتضمنة قيمة السماد العضوي والتغطية بالنايلون والعمالة، وكانت النسبة المئوية في الربح 9% في معاملة الشاهد حيث كانت كمية الانتاج أقل من باقي المعاملات.

الجدول(8): النسبة المئوية للربح للمعاملات المدروسة:

المعاملة	قيمة المدخلات (ل.س/دونم)	قيمة الإنتاج (ل.س/دونم)	قيمة الربح	النسبة المئوية للربح%
الشاهد	1335716	1455314	119598	9.0
التبخير الحيوي	1616966	2138643	521677	32.3
الشتول المطعمة	1535716	2823003	1287287	83.8
Oxamyl	1647133	2622181	976048	59.3
Velum prime	1396549	1836956	440406	31.5

Conclusion الاستنتاجات

1. أُثبت المسح الحقلي الذي أجري في محافظة طرطوس (منطقة الصفصافة) تأثير المنطقة الجغرافية ونوع التربة والظروف المحيطة في تغير الكثافة العددية للنيماتودا، إذ أظهرت النتائج تباين في أعداد الطور المعدي لنيماتودا تعقد الجذور باختلاف المنطقة الجغرافية وارتفاعها عن سطح البحر إذ ازدادت في المناطق القريبة من سطح البحر وانخفضت مع الارتفاع، أما بالنسبة لتأثير نوع التربة في انتشار نيماتودا تعقد الجذور فكانت الكثافة العددية لأفراد الطور المعدي أكبر في الأراضي ذات التربة الرملية مقارنة بالأراضي ذات التربة الطينية.

2. بينت التجربة الحقلية فاعلية النبات المطعم على أصل مقاوم في خفض أعداد النيماتودا دون استخدام مبيد، إذ كان عدد النيماتودا بالطور المعدي في معاملة النبات المطعم على أصل مقاوم 3.89 طور يرقي ثانِ/100سم^3 تربة بينما كانت في الشاهد 61.33 طور يرقي ثانِ/100سم^3 وهذا يثبت كفاءة عملية التطعيم.

3. انخفضت أعداد الطور المعدي في التربة من 14.42 إلى 1.11 طور يرقي ثانِ/100سم^3 في معاملة التبخير الحيوي باستخدام روث الابقار غير المتخمر عن طريق الغازات التي تنطلق في أثناء عملية التبخير، ومن ثم تخفيض الضرر الناتج عن النيماتودا دون استخدام مبيدات.

4. كانت إنتاجية النبات الأعلى في معاملة التطعيم على أصل مقاوم 4.75 كغ للنبات الواحد بينما كانت في معاملة الشاهد 2.72 وهذا يؤكد أهمية التطعيم في الحد من أضرار النيماتودا.

Recommendation التوصيات

1. ان استخدام طريقة التطعيم على أصل مقاوم أو التبخير الحيوي كل على حدهَ، أو الدمج بينهما خاصة عند الترب الملوثة يمكن أن يؤدي الى نتائج جيدة جدا على المزارع في خفض أعداد النيماتودا والإنتاجية العالية للنبات، ومن دون استخدام المبيدات الكيمائية وبالتالي يمكن أن تمثل طريقة آمنة بيئيا واقتصادية، ومفيدة في الزراعة العضوية.
2. اجراء المزيد من الإختبارات وتطبيق أساليب إدارة النيماتودا المختلفة في الحد من أضرارها.

المراجع:

المراجع العربية:

1. أبو غربية، وليد، ندى ألوف، ومحمود يوسف. (2010). نيماتودا محاصيل الخضر. في: **نيماتودا النبات في البلدان العربية**. الأردن. دار وائل للنشر. صفحة 715-771.

2. أبو غربية، وليد، ونوري الحسني. (2010). مكافحة النيماتودا باستخدام التدابير والطرق المزرعية. في: **نيماتودا النبات في البلدان العربية**. الأردن. دار وائل للنشر. ص: 1059-1086.

3. اسطيفان، زهير، ووليد أبو غربية. (2010). نيماتودا تعقد الجذور: الأضرار والخسائر والمكافحة. في: **نيماتودا النبات في البلدان العربية.** الأردن. دار وائل للنشر. ص: 285-327.

4. الحازمي، احمد بن سعد. (2017). **مقدمة في نيماتولوجيا النبات**. ص: 126-135 (كتاب الكتروني). الرابط: https://almerja.net/reading.php?idm=71876.

5. العسس، خالد. (2003). **المدخل إلى علم النيماتودا النباتية**. دمشق. جامعة دمشق. الجمهورية العربية السورية، ص:359.

6. العسس، خالد، ومريم العبد القادر. (2014). انتشار النيماتودا في سورية. **مجلة وقاية النبات العربية**، مج:32، عدد1: ص – ص: 25-3.

7. القاسم، محمد، خالد العسس، وليد أبو غربية، ولما البنا. (2011). التقرير الأول لتقصي أجناس/أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات المرافقة لأشجار الدراق (*Prunus persica*)، في محافظتي ريف دمشق وحماة من سورية. **مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية**. مج: 27، عدد 1، ص – ص : 365-378. دمشق: سورية. جامعة دمشق.

8. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. (2018). مديرية الاحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

9. المجموعة الاحصائية الزراعية السنوية. (2019). مديرية الاحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

10. جمال، مجد، وخالد العسس. (2005). فعالية بعض بدائل بروميد الميثيل في مكافحة النيماتودا وفي نمو البندورة وإنتاجيتها ضمن ظروف البيوت البلاستيكية. **مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية**، مج: 21، عدد: 1. ص – ص: 193–208. دمشق: سورية. جامعة دمشق.

11. حبيب، حسن، وصفوان علي محمد. (2018). تقييم ملائمة الأراضي للاستعمالات الحالية في سهل عكار–محافظة طرطوس. **مجلة جامعة الملك عبد العزيز علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة**، مج: 27، عدد: 22، ص: 97. جدة: السعودية. جامعة الملك عبد العزيز.

12. عباس، ايهاب أسامه؛ خالد العسس؛ جودة فضول. (2021). تأثير بعض العوامل البيئية في انتشار نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على الفليفلة في البيوت المحمية بمحافظة طرطوس. **مجلة جامعة البعث**، مج: 43، عدد: 15. ص – ص: 11–26. حمص: سورية. جامعة البعث.

13. قسام، رامي. (2012). **المكافحة البيولوجية لنيماتودا تعقد الجذور التي تصيب نباتات البندورة في ظروف الزراعة المحمية في الساحل السوري باستخدام عزلات محلية من الفطر Trichoderma**. رسالة ماجستير. وقاية نبات. كلية الزراعة. جامعة تشرين. اللاذقية: سورية. ص: 112.

14. مديرية الزراعة في طرطوس، (2018). قسم الإحصاء، وزارة الزراعة، سورية.

15. مطر، شمائل سحاب. (2016). كفاءة بعض المبيدات في مكافحة مرض تعقد الجذور النيماتودي المتسبب عن على نباتات الطماطة .*Meloidogyne* Spp. **مجلة الأنبار للعلوم الزراعية**. مج: 41، عدد: 2، ص – ص: 256– 263. الأنبار: العراق. جامعة الأنبار.

16. منصور، ريما. (2014). **تقييم فعالية بعض الفطور المضادة للنيماتودا المعزولة من ترب البيوت المحمية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita***، رسالة ماجستير. وقاية نبات. كلية الزراعة. جامعة دمشق. دمشق: سورية. ص: 132.

المراجع الأجنبية:

1. Abu-Gharbieh, W. A, M. M. M. Abd-Elgawad, A. Z. Al-Ameri, and F. A. Al-Yahya. (2010). Ecological factors influencing nematode populations (In Arabic), pp.603-642. In : **Plant Nematodes in Arab Countries**. W. A. Abu-Gharbieh, A. S. Al-Hazmi, Z. A. Stephan and A. A. Dawabah (Eds). Darwael for publishing, Arab Society of Plant Protection, Amman, Jordan.
2. Alasmary, Z, T. T. Ganga, M. Hettiarachchi, T. Stefanovska, V. Pidlisnyuk, K. Roozeboom, L. Erickson, L. Davis, and O. Zhukov. (2020). Effect of Soil Treatments and Amendments on the Nematode Community under Miscanthus Growing in a Lead Contaminated Military Site, **Agronomy** , pp 1727.
3. Barker, K. R, C.C. Carter, and J.N. Sasser. (1985). An Advanced Treatise on Meloidogyne. **North Carolina State University Graphics**. P.223
4. Bartholomew, E.S, R. Baah, R.A.I. Brathwaite, and W.A. Isaac. (2013). Biological Control of Root-Knot Nematode (*Meloidogyne Incognita*) in Sweet Pepper Using Nemax and Bio Neem. **the Caribbean Food Crops Society**. 49, P. 435-440
5. Bhattarai, D. R, S. K. Maharjan, P. Gautam, S. Subedi, and S. Pokhrel. (2020). Evaluation of Capsicum (*Capsicum annuum* L.) Genotypes For Variety Improvement**. journal of agriculture and forestry university**. 4, P. 139-144.
6. Bosland, p, E. Votava. (2012). Peppers Vegetable and Spice Capsicums. Second edition. **Crop production Science in horticulture**. P. 22.
7. Brennan, Rebecca, J. Barnes, S. Glaze-Corcoran, R. Wick, and M. Hashemi. (2020). Bio Fumigation: An Alternative Strategy for the Control of Plant Parasitic Nematodes, **Journal of Integrative Agriculture**, 19: P. 1680–1690.
8. Castilla, L. d, C. López, R. G. Hernández, C. C. Aguilar, A. M. Hernández, M. M. Ortiz-García, and R. H. Andueza-Noh. (2019). Structure and Genetic Diversity of Nine Important Landraces of Capsicum Species Cultivated in the Yucatan Peninsula. Mexico. **Agronomy**. 9: P. 376.
9. Cazenave, A, G.L. Cozannet. (2014). Sea level rise and its coastal impacts. **Earth's Future**. 2: P. 15-34.
10. Chitwood, B.G. (1949). Root-knot nematode. Part I. A review of the genus Meloidogyne golden, 1887. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**. 16. P: 90–104.
11. Cruz, C. D. (2013). Cruz: software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**. 35:P. 271-276.

12. Cunha, T. G. d, L. E. Visôtto, E. A. Lopes, C. M. G. Oliveira, and P. I. V. God. (2018). Diagnostic methods for identification of root-knot nematodes species from Brazil, **Ciência Rural, Santa Maria**. 48: P. 2.

13. David F. H, M. M. Winb, K. M. M. Nweb, K. L. Kyub, S. S. Winb, T. Shweb, Y. Y. Minc, M. D. Dentond, and P. S. Cornish. (2019). The cropping systems of the Central Dry Zone of Myanmar: Productivity constraints and possible solutions. **Agricultural Systems**. 169: P. 31–40.

14. El-Ashry, R. M, A. M. El- Deeb, and A. M. Marzoky. (2018). Impact of Plant Oils, Biocontrol Agents and Oxamyl on Galling and Reproduction of Meloidogyne incognita Infecting Pepper Cultivars. **Mansoura Univ**. 9: P.405– 410.

15. El-Sappah, A, H. Islam, M. M. Hamada, H. El-awady, S. Yan, S. Qi, J. Liu, G. Cheng, and Y. Liang. (2019). Tomato Natural Resistance Cruz in **Controlling the Root-Knot Nematode** .Cruz. 10: P. 925.

16. Erwin, A. T. (2017). "The peppers," Bulletin. **Iowa State university**. 25: P. 293. https://core.ac.uk/download/pdf/128981116.pdf.

17. Fleming. T. R, N. E. McGowan, A. G. Maule, and C. C. Fleming. (2016). Prevalence and diversity of plant parasitic nematodes in Northern Ireland grassland and cereals, and the influence of soils and rainfall. **British Society for Plant Pathology.** 65: P. 1539–1550.

18. Francisco, D. U, D. Perez, M. C. Amate-Llobregat, E. M. Rodrıguez-Garcıa, and F. Camacho-Ferre. (2015). Production of Pepper Cultivar Palermo Grafted onto Serrano de Morelos 2, Jalapen and Three Commercial Rootstocks. **Hortscience**. 50: P.1018–1022.

19. Gong, B, S. Blosziesb, X. Lia, M. Weia, F. Yanga, Q. Shia, and W. Xiufeng. (2013). Efficacy of garlic straw application against root-knot nematodes ontomato. **Scientia Horticulturae**. 161: P. 49–57.

20. Hamidi, N, A. Hajihassani. (2020). Differences in parasitism of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.) on oilseed radish and oat. **Journal of Nematology.** 52: P. 43.

21. Hutcheson, S. W. (1998). Current concepts of active defense in plants. Annu. Rev. **Phytopathol**. 36: P. 59-90.

22. Jang, Y, E. Yang, M. Cho, Y. Um, K. Ko, and C. Chun. (2012). Effect of Grafting on Growth and Incidence of Phytophthora Blight and Bacterial Wilt of Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Korean Society for Horticultural Science and Springer**. 53: P. 9-19.

23. Jones, J. T, A. Haegeman, E. G. J. Danchin, H. S. Gaur, J. Helder, and M. G. K. Jones. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. **Mol. Plant Pathol**. 14: P. 946–961.

24. Karajeh, M. (2015). Checklist of Host Range of Root-Knot Nematodes (Meloidogyne Species and Races) in Jordan. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**. 11: P. 761-769.

25. Khan, A, W. Wesemael, and M. Moens. (2014). Nfluence of temperature on the development of the temperate root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. **Russian Journal of Nematology**. 22: P. 1–9.

26. Khan, R. N, S. Hussain, R. A. A. Khan, S. Ullah, M. U. Rashid, and I. Siddique. (2019). Phytochemical management of root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) kofoid and white chitwood by Artemisia spp. in tomato (Lycopersicon esculentum L.). **Brazilian Journal of Biology**. 80: P.829-838.

27. Kim, E, Y. Seo, Y. S. Kim, Y. Park, and Y. H. Kim. (2017). Effects of Soil Textures on Infectivity of Root-Knot Nematodes on Carrot. **Plant Patho**l. 33: P. 66-74.

28. Kokalis-Burelle, N, M. G. Bausher, and E. N. Rosskopf. (2009). Greenhouse Evaluation of Capsicum Rootstocks for Management of *Meloidogyne incognita* on Grafted Bell Pepper. **Nematropica**. 39: P. 121-132.

29. Mai, W. F, H. H. Lyon. (1982). Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. **Lomestode Publishing Associates**, London, UK, P.192

30. Mary, A, D. M. Dominick, C. P. Donald, W. Dickson, and B. Rathinasabapathi. (2020). Improved Resistance to Root-knot Nematode Species in an Advanced Inbred Line of Specialty Pepper (*Capsicum annuum*). **Hort science**. 55: P.1105–1110.

31. Mcsorly, R. (2011). Overview of Organic Amendments for Management of Plant-Parasitic Nematodes with Case Studies from Florida. **Journal of Nematology**. 43: P. 69–81.

32. Moore, S. R, K. S. Lawrence. (2013). The effect of soil texture and irrigation on *Rotylenchulus reniformis* and cotton. J.Nematol. 45: P.99-105.

33. Moosavi M. R. (2015). Damage of the root-knot nematode Meloidogyne javanica to bell pepper, *Capsicum annuum***. Journal of Plant Diseases and Protection**. 122: P. 244–249.

34. Mota, F.C, G.C.S. Alves, M. Giband, A.C.M.M. Gomes, F.R. Sousa, and V.S. Mattos. (2013). New sources of resistance to *Meloidogyne incognita* race 3 in wild cotton accessions and histological characterization of the defense mechanisms. **Plant Pathology**. 62: P.1173-1183.

35. Mota, M.M. (2020). The Potential of Brassinosterroids to Alleviate The Effect of Mesotrione Residue on Three Legume Crops**.** Magister Scientiae

Agriculture. In Agronomy. In the Department of Soil, **Crop and Climate Sciences in the University of the Free State Bloemfontein**, South Africa Faculty of Natural and Agricultural Sciences. P.197.

36. Mukhtar, T, M. Z. Kayani. (2019). Growth and yield responses of fifteen cucumber cultivars to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). Acta Sci. Pol. **Hortorum Cultus**. 18: P. 45–52.

37. Noling, J. (2019). Nematode management in tomatoes, peppers, and eggplant. **UF IFAS Extension**. P. 32.

38. Ntalli, N, Z. Adamski, M. Doula, and N. Monokrousos. (2020). Nematicidal Amendments and Soil Remediation. **Plants**. 9: P. 429.

39. Nwanguma, E.I, T.I. Olabiyi, O. O. I. Agida, and A.O. Olufolaji. (2011). Efficacy of Organic Soil Amendments in the Control of Meloidogyne incognita and on Some Growth and Yield Parameters of Pepper Capsicum frutenscens in Southwestern Nigeria, **Libyan Agriculture Research Center Journal International**. 2: P. 232-238.

40. Parisi M, D. Alioto, and P. Tripodi. (2020). Overview of Biotic Stresses in Pepper (Capsicum spp.): Sources of Genetic Resistance, Molecular Breeding and Genomics. **International Journal of Molecular Sciences**. 21: P. 2587.

41. Pinheiro, J. B, G. O. d. Silva, A. G. Macêdo, D. Biscaia, C. F. Ragassi, C. S. Ribeiro, S. I. C. d. Carvalho, and F. J. B. Reifschneider. (2020). New resistance sources to root-knot nematode in Capsicum pepper**. Horticultura Brasileira**. P. 38.

42. Pontier, D, S. S. Gan, R. M. Amasino, D. Roby, and E. Larn. (1999). Markers for hypersensitive response and senescence show distinct patterns of expression. **Plant Mol Biol**. 39: P. 1243-1255.

43. Sharma, A, M. Kumar, R. K. Dogra, N. Kumar, R. Kumari, and S. Kansal. (2019). Estimation of genetic variability in bell pepper (Capsicum annuum L. var. grossum). **International Journal of Chemical Studies**. 7: P. 10-13.

44. Soares, R. S, E. H. C. Silva, R. L. Vidal, W. S. Candido, C. A. Franco, F. J. B. Reifschneider, and L. T. Braz. (2018). Response of Capsicum annuum L. var. annuum genotypes to root-knot nematode infection- Chilean. **Journal of Agricultural Research**. P. 78.

45. Sowley E. N. K, F. Kankam, and J. Adomako. (2014). Management of root-knot nematode (Meloidogyne spp.) on sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) with moringa (Moringa oleifera Lam.) leaf powder, **Archives Of Phytopathology And Plant Protection**. 47: P.1531-1538.

46. Thuy, T. Loc, M. Kenji. (2015). Effect of High Temperature on Fruit Productivity and Seed-Set of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) in the

Field Condition. **Journal of Agricultural Science and Technology A and B and Hue University Journal of Science.** 5: P. 515-520.

47. Tripodi, P, S. Kumar. (2019). The Capsicum Crop: An Introduction Council for Agricultural Research and Agricultural Economy Analysis. Springer International Publishing In book: **The Capsicum Genome**. P.1-8. https://www.researchgate.net/publication/331498202.

48. Tuquero J, J. Bamba. (2016). Bell Pepper (*Capsicum annuum*) A Potential Commercial Crop for Guam. **College of Natural and Applied Sciences**, University of Guam. 671: P. 735-2000.

49. Védie, H, T. Mateille, and J. Tavoillot. (2014). Soil Solarization and Crop Rotation to Manage Root-Knot Nematodes in Organic Greenhouses. **Acta Hortic**. 1041: P. 87-94.

50. Wang, K.H, B. S. Sipes, and D. P. Schmitt. (2002). Management of Rotylenchulus reniformis in pineapple, Ananas comosus, by intercycle cover crops**. Journal of Nematology**. 34: P. 106–114.

51. Westerdahl, B.B. (2020). Evaluation of trap cropping for management of root-knot nematode on annual crops. **Acta Hortic**. 1270: P. 141-146.

52. Zeck, W. (1971). A rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infections. **Pfl Schutz-Nachr. Bayer**. 24: P. 141-144.

53. Żurawik A, D. Jadczak, N. Panayotov, and P. Żurawik. (2020). Macro- and micronutrient content in selected cultivars of *Capsicum annuum* L. depending on fruit coloration. **Plant, Soil and Environment**. 66: P.155–161.

Abstract

The research was carried out during 2019-2020 in the Safsafa area in Tartous governorate. A field survey was conducted in the months (April - May - June) 2019 to study the spread of root-knot nematodes on capsicum. The results showed that the dominant type of root-knot nematode on capsicum in the study area was *M. incognita*, and there was a discrepancy in the size of the second larval instar communities between the study areas, and the results showed a high average population density of the second larval stage in the areas near the sea surface (Al-Hamidiyah-Bani Naim). - Al-Mintar-Al-Kharaba) at a height of 0-10 m, 37.42 individuals / 100 cm 3 soil, and a decrease with increasing height, as the average number of the second larval instar was 2 individuals / 100 cm 3 in the Safsafa area at a height of 216 m. Soil texture showed an effect on the high density of the second-stage individuals, as it was 21.82 individuals/100 cm3 in Al-Busaisa with light lands, compared to 6.05 individuals/100 cm3 in heavy lands in Kfarfu area.

As for the field experiment, the results showed an increase in the average plant productivity compared to the control, as the grafting treatment was superior to a resistant root (4.75 kg/plant), followed by the treatment of Oxamyl (4.58 kg/plant) with significant differences over the other treatments, and a decrease in the average was also recorded. The numerical density of nematodes in all treatments compared to the control, and the bio-fumigation treatment was recorded (1.1 second larvae/100 cm3 soil), followed by the grafting treatment (3.89 second larvae/100 cm3 soil), and the lowest average gall index coefficient was recorded in the grafted plant (1.83). And bio-fumigation (2,03) from the rest of the treatments.

Keywords: : Propagation - root knot - control - capsicum - nematodes - rootstock-bio-fumigation - *Meloidogyne incognita* - Oxamyl - Velum prime

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty Of Agricultural Engineering
Department of Plant Protection

Comparison the efficiency of bio-fumigation and rootstock in the management of *Meloidogyne* spp. On *Capsicum annuum* in greenhouses

Thesis submitted for obtaining a master's degree in agricultural engineering "plant protection"

By

Ehab Abbas

Supervisor
Prof. Dr. Khaled Alassas
Faculty of Agriculture
Department of Plant Protection

Co-Supervisor
Prof. Dr. Jawdat faddoul
Faculty of Agriculture
Department of Plant Protection

2021